ISSN 0005-2329

АВТОМАТИКА СВЯЗЬ ИНФОРМАТИКА

АСИ

ЖУРНАЛ ИЗДАЁТСЯ С 1923 ГОДА

В НОМЕРЕ:

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧИ ПОВЫШЕНИЯ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ стр. 2

ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СЕРВЕРОВ В СЕТИ ИЦТС стр. 27

С ДНЁМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНИКА!

8 (2022) АВГУСТ

Ежемесячный научно-теоретический и производственно-технический журнал ОАО «Российские железные дороги»

СТУДЕНЧЕСКИЕ ОТРЯДЫ 2022 Г.

История стройотрядовского движения Российского университета транспорта (МИИТ) началась в 1931 г., когда первый отряд оказал помощь Мосгорсовету в благоустройстве столицы. Бойцы студотрядов первыми приступили к строительству Байкало-Амурской магистрали. В последующие годы они внесли большой вклад в возведение объектов «Олимпиады-80», Московской кольцевой автодороги, Третьего транспортного кольца, Останкинской телебашни, Московского метрополитена, а также трассы «Таврида» и Крымского моста.

В текущем году в состав молодежно-студенческих отрядов РУТ вошло почти 800 бойцов. Перед отправкой на задания с приветственным словом к ним обратился ректор университета А.А. Климов. Он подчеркнул, что стройотряды — это школа жизни, которая формирует в человеке особо ценные качества: чувство локтя, способность действовать в команде и грамотно организовывать свой рабочий день. Он, в частности, сказал: «Сегодня мы наблюдаем историческую связь времен, здесь присутствуют те, кто стояли у истоков строительства БАМа. Вы перенимаете эту эстафету у старших товарищей, и мы не сомневаемся, что вы понесете ее достойно».

Одной из приоритетных форм деятельности студенческих отрядов по-прежнему остается сотрудничество с основными организациями-партнерами железнодорожного холдинга, гражданского и транспортного строительства.

При подготовке к третьему (трудовому) семестру ребята проходят обучение по следующим рабочим профессиям: проводник пассажирского вагона 3-го разряда; проводник пассажирского вагона 4-го разряда; монтер пути 2-го разряда; сигналист 3-го разряда; вожатый.

В этом году было образовано 19 отрядов, традиционно сформированных по пяти основным направлениям: строительные, проводники пассажирских вагонов, сервисные, педагогические и волонтерские.

Военный учебный центр РУТ совместно с Министерством обороны Российской Федерации организовал три строительных отряда: «Магистраль», «Путеец», «Строитель 72/22», которые действуют на участках строительства и реконструкции Байкало-Амурской магистрали. С 1 по 31 июля более ста студентов набирались практического опыта на объектах Министерства обороны в Амурской области в поселках Верхнезейск и Огорон, а также на станции Дрогошевск.

Представители студенческих отрядов с символическими трудовыми путевками

Бойцы строительного отряда «Высота» трудятся на объектах АО «Дороги и мосты» (филиал Мостоотряда-4) в Москве. Строят и реконструируют автодорожные, железнодорожные, городские мосты, дороги и другие инженерные сооружения.

Впервые в этом году совместно с Центральной дирекцией по ремонту пути был создан отряд «Путеец» по восстановлению и ремонту пути в Московском регионе, а также трудовой отряд «Ямал», который занимается усовершенствованием газотранспортной инфраструктуры по проекту «Обустройство Ковыктинского ГКМ» на территории Иркутской области, одним из ключевых объектов которого стало строительство железнодорожной станции с подъездными путями для налива газового конденсата в районе поселка Окунайский.

Совместно с ГУП «Московский метрополитен» был образован отряд «Метрополитеновец», бойцы которого работают по профессиям монтер пути, обходчик пути и искусственных сооружений, а также тоннельный рабочий.

В этом году функционируют три отряда проводников пассажирских поездов, один из них создан совместно с Московским и Северо-Западным филиалами АО «Федеральная пассажирская компания». Отряды проводников пассажирских вагонов «Луч» и «Юность» обслуживают поезда, отправляющиеся с Ленинградского и Казанского вокзалов Москвы в Санкт-Петербург, Анапу, Адлер и другие города.

Отряд «Гранд Экспресс» (АО ТК «Гранд Сервис Экспресс») помогает в перевозке пассажиров на курорты Крымского полуострова (Евпатория, Симферополь, Севастополь).

Студенческий отряд проводников «Сапсан» создан для обслуживания высокоскоростных поездов «Ласточка» и «Сапсан» на направлениях Москва—Санкт-Петербург и Москва—Нижний Новгород. Сервисный отряд «Зона комфорта» сопровождает детей на железнодорожном транспорте в оздоровительные лагеря Анапы, Геленджика, Горячего Ключа, Крыма.

Бойцы отряда «Зефир» трудятся вожатыми в Детском оздоровительном центре «Старая Руза».

Уже не первый год в летний период волонтерский внутривузовский студенческий отряд РУТ «Вера» участвует в восстановлении Иосифо-Волоцкого монастыря (Московская область), а также занимается сельскохозяйственными работами.

Студенты отряда «Прием-2022» помогают приемной комиссии вуза: консультируют абитуриентов по вопросам поступления, электронной регистрации, обрабатывают поданные заявления.

Пожарно-спасательный отряд «Доброволец» действует круглогодично и проверяет соблюдение требований требования пожарной безопасности в университете, а также участвует в ежегодных соревнованиях по пожарно-прикладному спорту.

Отряд «Строитель» ежегодно занимается ремонтными работами и поддерживает в надлежащем техническом состоянии корпус Института пути, строительства и сооружений.

Работа в молодежно-студенческих отрядах засчитывается ее бойцам как производственная или учебная практика по образовательной программе соответствующего профиля.

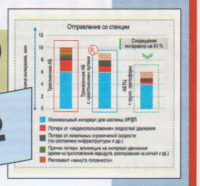
Боровков Ю.В. по материалам Центра по связям с общественностью РУТ

СОДЕРЖАНИЕ

АВТОМАТИКА СВЯЗЬ ИНФОРМАТИКА
АСИ
8 (2022) АВГУСТ
Ежемесячный научно-теоретический и производственно-технический журнал ОАО «Российские железные дороги»
РЖД
ЖУРНАЛ ИЗДАЕТСЯ С 1923 ГОДА

Новая техника и технология

Розенберг Е.Н., Озеров А.В., Панферов И.А.
КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧИ ПОВЫШЕНИЯ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ СТР. 2



Долгий А.И., Хатламаджиян А.Е., Ольгейзер И.А., Суханов А.В., Корниенко К.И.
Инновационные алгоритмы машинного зрения для диагностики продольного профиля сортировочных путей ..7

Шаманов В.И., Денежкин Д.В.
Измерения параметров рельсовых линий в задачах электромагнитной совместимости.....10

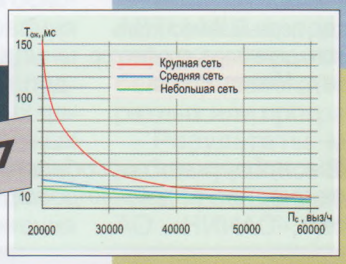
Наговицын В.В.
Централизованное станционное управление нового уровня... 17

Котырев Б.К., Романчиков А.М.
Инновационные проекты Казахстана.....21

Шварц М.Л., Балаев Р.И.
Когерентная система единого точного времени для высокоскоростных магистралей 23

Телекоммуникации

Лебединский А.К.
ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СЕРВЕРОВ В СЕТИ ИЦТС СТР. 27



Информация

Наумова Д.В.
Новый мир – новые возможности.....30

Техническая учеба

Бочкарёв С.В., Федоров А.А., Бочкарёва А.А.
Обучение в виртуальной реальности 33

Мазилкин В.С., Исайчева А.Г., Суторма А.А., Башаркин М.В.
ВИЗУАЛИЗАЦИЯ КАРТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА СТР. 36

В трудовых коллективах

Корчагин И.Ю.
Соревнования по профессиональному мастерству 39

Кузнецова Е.А.
С поставленными задачами справляются 40

Уголки России

Наумова Д.В.
Россия из окна поезда 42

За рубежом

Новости 46

Перотина Г.А.
Профессионал своего дела .....2 стр. обл.

Наумова Д.В.
185 лет в действии .....3 стр. обл.

На 1-й стр. обложки: перегон Решёты – Ревда Свердловской дороги (фото Широкова К.А.)

Журнал включен в базы данных Российского индекса научного цитирования (РИНЦ) и Russian Science Citation Index (RSCI) на платформе Web of Scienc

Решением Президиума ВАК Минобрнауки России от 27 января 2016 г. журнал «Автоматика, связь, информатика» включен в Перечень ведущих рецензируемых научных изданий

Использование и любое воспроизведение на страницах интернет-сайтов, печатных изданий материалов, опубликованны в журнале, разрешается только с письменного согласия редакции

Мнение редакции может не совпадать с точкой зрения авторов

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия

Свидетельство о регистраци ПИ № ФС77-21833 от 07.09.05

© Москва «Автоматика, связь, информатика» 2022

УДК 656.2
DOI: 10.34649/AT.2022.8.8.001

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧИ ПОВЫШЕНИЯ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ

РОЗЕНБЕРГ
Ефим Наумович,
АО «Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте», первый заместитель генерального директора, профессор, д-р техн. наук, Москва, Россия

ОЗЕРОВ
Алексей Валерьевич,
АО «Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте», начальник Международного управления, Москва, Россия

ПАНФЕРОВ
Игорь Александрович,
АО «Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте», начальник отделения разработки систем интервального регулирования движения поездов по радиоканалу, Москва, Россия

Ключевые слова: *пропускная способность, интервальное регулирование, имитационное моделирование, подвижный блок-участок, автоблокировка, виртуальная сцепка, автоведение, радиоканал, гибридная система управления*

Аннотация. **Рассмотрены общие подходы к комплексному решению задач повышения пропускной способности за счет развития систем интервального регулирования движения поездов. Проведен анализ существующих технических ограничений инфраструктуры железных дорог. Сформулированы рекомендации по внедрению систем интервального регулирования в масштабах полигонов сети железных дорог с учетом существующих лимитирующих факторов, сопутствующих задач автоматизации, необходимых изменений нормативной базы, изменения модели управления.**

На современном этапе повышение пропускной способности может рассматриваться как стратегическая задача развития железных дорог Российской Федерации. Активная переориентация грузопотоков и стремительно увеличивающаяся нагрузка на железнодорожную инфраструктуру ряда направлений, включая Восточный полигон, требуют оперативных решений «здесь и сейчас». Как показывает практика, строительство только дополнительных путей на отдельных направлениях не решает задачу увеличения пропускной способности в условиях дефицита временных и финансовых ресурсов. Необходимо развертывание новых систем интервального регулирования движения поездов (ИРДП) на полигонах и магистралях с одновременным устранением технических ограничений существующей инфраструктуры для достижения необходимого эффекта от внедрения ИРДП [1].

Современные системы управления движением поездов оцениваются прежде всего с точки зрения их возможностей влиять на увеличение пропускной способности путем сокращения интервалов попутного следования. По экспертным оценкам, потенциальный резерв современных российских систем ИРДП, внедряемых на сети ОАО «РЖД», составляет около 20 %. Однако для его реализации требуется проведение большой организационной работы по решению целого ряда сопутствующих задач.

В первую очередь, необходима комплексная модернизация устройств ЖАТ станций и внедрение систем автоблокировки на перегонах в рамках целых полигонов, а не отдельных участков. Синергический эффект данных мероприятий будет также зависеть от того, насколько успешно удастся минимизировать временные потери при прохождении «узких» мест и, как следствие, отклонения от графика, в том числе, за счет технологии увязки системы микропроцессорной централизации на станциях и систе-

мы автоблокировки на перегонах, когда главные пути станции становятся продолжением перегонных устройств [2].

Как показала практика, автоблокировка АБТЦ-МШ с подвижными блок-участками при наличии новой многозначной системы сигнализации АЛС-ЕН позволяет сократить интервал попутного следования до 30 %. Однако итоговая пропускная способность участков и полигонов определяется тем, насколько успешно реализована модель сквозного (бесшовного) движения, в которой имеет значение любая «мелочь», включая топологию горловины и марки крестовин стрелочных переводов. Так, к примеру, моделирование работы станций показывает, что укладка пологих стрелок в горловинах станций позволяет повысить скорость проследования станций.

Целевая задача внедрения новых технологий ИРДП – максимальное сокращение межпоездного интервала с учетом обеспечения требуемого уровня безопасности и сокращения времени в пути следования. Терминологически система ИРДП обозначает перегонную систему. Но решение задач повышения пропускной способности целых участков железных дорог невозможно без учета инфраструктуры промежуточных станций и обгонных пунктов. Станции во многом являются ограничителем для ИРДП, а потому требуется моделирование работы станций для выбранных участков в рамках комплексного устранения лимитирующих факторов.

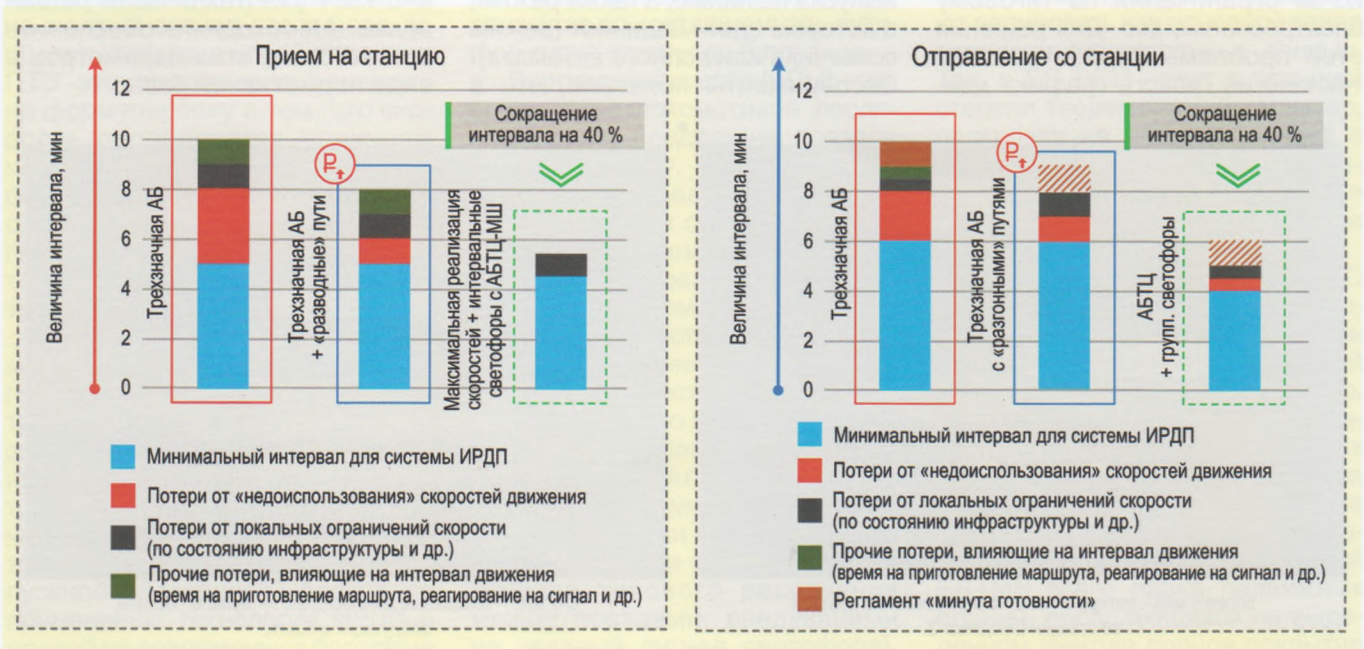
На сегодняшний день имитационное моделирование станций и перегонов участка, на котором планируется реализация интервального регулирования, фактически становится обязательным условием при принятии решения о внедрении ИРДП. Оно позволяет решить ряд фундаментальных задач, таких как поиск и анализ ограничивающих элементов в работе железнодорожных станций и перегонов, формирование вариантов инфраструктурного и технологического развития этих объектов, оценка предложенных вариантов на основе качественных и количественных параметров, полученных в процессе моделирования, тестирование новой технологии работы в условиях безрисковой среды [3].

К настоящему времени в АО «НИИАС» создано около тысячи цифровых моделей станций и участков железных дорог. На основе имитационного моделирования определяются необходимые длины блок-участков на станциях и подходах к ним (длины рельсовых цепей, места установки маршрутных светофоров) и др. Кроме этого, моделируется работа станции с учетом возможности применения автоматической установки маршрутов и других технических и технологических решений.

Комплекс имитационного моделирования позволяет проводить оценку устойчивости нормативного графика движения поездов и наличия резервов пропускной способности для нагона графика в случае отклонений. Результаты моделирования свидетельствуют о том, что при внедрении систем ИРДП последний фактор ранее никак не учитывался. Отсутствие резерва пропускной способности в объеме 20–30 % также не позволяет нагонять график при отклонениях.

Анализ графика исполненного движения показывает, что отклонения в движении поездов от графика возникают регулярно. В этих условиях действующая система автоблокировки, спроектированная под интервал попутного следования 8 мин, в итоге может обеспечивать интервал не более 10–12 мин. Соответственно, при переходе к 8-минутному интервалу необходимо закладывать в технические средства автоблокировки проектный интервал до 6 мин. Технически система автоблокировки АБТЦ-МШ с подвижными блок-участками позволяет это сделать без серьезного изменения аппаратных или программных средств.

Результаты моделирования работы участков Восточного полигона, проведенные специалистами АО «НИИАС», указывают на то, что фактический график движения поездов по участкам не соответствует нормативному и с трудом обеспечивает текущий грузопоток. При этом в ближайшие два-три года удовлетворить растущий



Компоненты, составляющие величину интервалов между поездами при прибытии и отправлении

запрос грузоотправителей будет невозможно без фактического перехода на 8-минутный интервал движения поездов.

На Восточном полигоне имеется большое количество участков (Карымская – Бира, Хабаровск – Уссурийск и др.), где график с 8-минутным интервалом при текущем состоянии инфраструктуры реализовать проблематично по ряду причин:

наличие инфраструктурных ограничений, влияющих на размеры допустимой скорости движения, что замедляет движение поездов и, соответственно, увеличивает интервалы их попутного следования;

длины блок-участков (до 2,6 км), где используется блокировка числового кода.

Дополнительным ограничением для увеличения интенсивности движения является существующая на участках Восточного полигона система тягового электроснабжения. Если в перспективе будет принято решение и удастся реализовать указанное сокращение фактического интервала попутного следования за счет развертывания на всем полигоне бесшовной технологии ИРДП на базе системы АБТЦ-МШ с подвижными блок-участками, имеющей необходимый резерв пропускной способности на случай отклонений от графика, использование поездов весом 7100 т может не позволить полностью соблюдать такой график движения из-за ограничений по тяговому электроснабжению. Для решения этой проблемы отрабатывается технология гибкого графика движения, при котором тяжеловесные поезда сочетаются с более легкими контейнерными поездами.

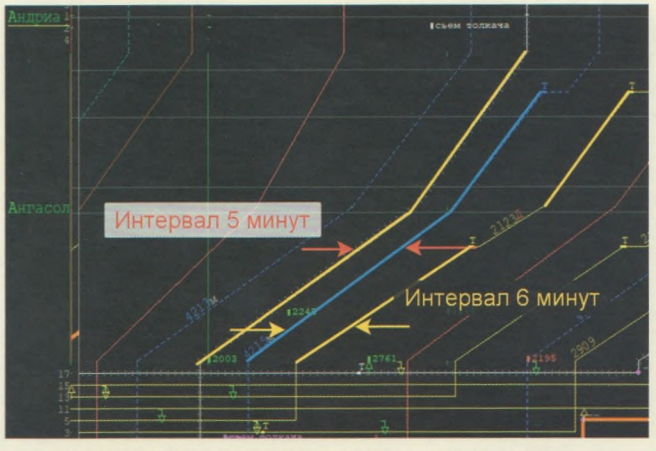
Другим выходом из ситуации может стать дальнейшее развертывание на участках Восточного полигона системы радиосвязи стандарта DMR, предусматривающей возможность оперативной передачи на борт поезда графика движения с обеспечением режима неодновременного трогания поездов. Наличие такой технологии позволит также иметь резервы по потребляемой электроэнергии.

Разумеется, невозможно решать указанные задачи без своевременного оснащения подвижного состава современными приборами безопасности и системами автоведения. Следует отметить, что современное развитие бортовых систем безопасности предусматривает их интеграцию в систему автоведения в едином программно-аппаратном комплексе. Это даст возможность сократить затраты на оснащение локомотивов и обеспечить не только безопасность, но и повысить надежность ведения локомотива за счет автоматизации ряда рутинных операций, которые сегодня выполняются машинистом.

Для контроля технологической части сегодня все системы автоведения оснащаются блоком «КОВЧЕГ». Он позволяет в режиме реального времени видеть готовность технических средств на локомотиве, в том числе до их выпуска на линию, а также режим, в котором едет машинист (режим советчика или полного автомата). Эксперименты показали, что в перспективе именно полный переход подвижного состава на режим автоведения является ключевым фактором точного соблюдения графика машинистом.

На величину интервалов попутного отправления влияет также и технология отправления состава со станции. В этом случае необходимо рассматривать возможность применения дифференцированного участка удаления, позволяющего отправлять поезда с бокового пути раньше, чем это принято по существующей технологии. Сокращение длины участка удаления обеспечивается путем установки выходного светофора в створе с входным светофором встречного направления.

Одновременно необходимо провести работу по пересмотру регламентов (в том числе и ПТЭ), замедляющих внедрение новых технических решений и технологий ИРДП. Так, необходимо пересмотреть приказы об ограничениях скоростей при следовании с приемоотправочного пути. В качестве примера следует отметить, что действующие ограничения скорости (25–40 км/ч) были рассчитаны с учетом того, что измерение скорости на локомотиве данного вида производится механическим скоростемером 3СЛ2М, имеющим погрешность ±5 км/ч. Все новые скоростемеры имеют метрологически аттестованную точность ±1 км/ч, поэтому резерв в размере 4–5 км/ч уже технически реализован. Необходимо обеспечить соответствие этих параметров в виде нормативной базы.



Более 6 мин – интервал попутного отправления поездов со станции Слюдянка-2

5–7 мин – возможные межпоездные интервалы поездов, следующих в пакете

Фактическое исполнение интервалов после модернизации устройств ЖАТ

Направления развития средств автоматики для повышения пропускной способности железных дорог

Ранее применявшаяся технология регламента «минуты готовности» на сегодняшний момент также нуждается в корректировке. Технологически и технически она была рассчитана на тот режим, когда локомотивную бригаду нужно было подготовить к движению после открытия светофора с учетом отсутствия на локомотиве необходимых приборов безопасности, гарантирующих исключение ошибок локомотивной бригады.

Кроме того, подлежит пересмотру регламент, ограничивающий скорость проследования на желтый сигнал светофора до 60 км/ч. Кстати, в новой редакции ПТЭ это предложено заменить на формулировку о том, что скорость определяется наличием на борту системы обеспечения безопасности, рассчитывающей с учетом всех требований безопасности необходимый предел тормозной кривой по служебному торможению.

Дополнительно обсуждается возможность движения поездов по нормативным графикам не на трех блок-участках с зеленого на зеленый сигнал, а возможность их движения по желтому сигналу, т.е. по полутора или двум блок-участкам. Это позволяет получить тот самый резерв в 20–30 % пропускной способности благодаря применению технологии ИРДП с опорой на современные бортовые приборы безопасности.

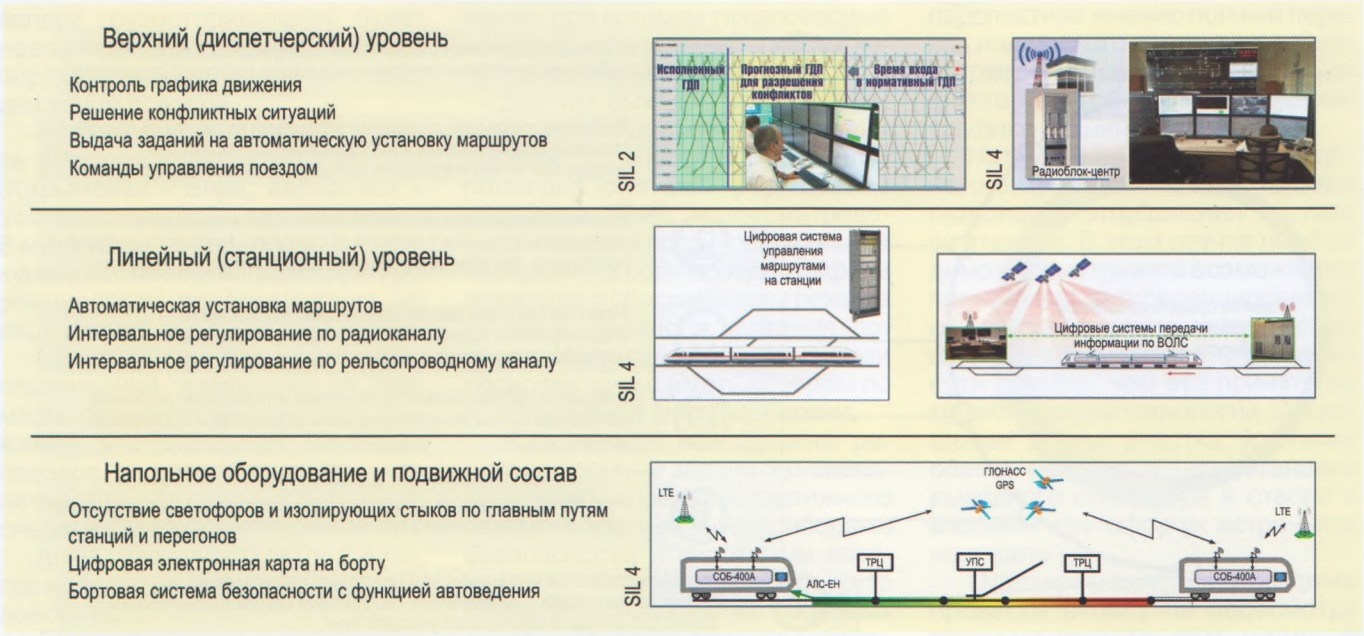
Повышение скоростей в указанных случаях требует соответствующего обучения машинистов и дежурного диспетчерского аппарата службы движения, а также жесткого контроля дисциплины.

Ведется также работа по тестированию и отработке технологии пакетного движения на основе такого альтернативного варианта ИРДП, как «виртуальная сцепка». Данная технология может быть особенно перспективна для решения вопроса пропуска поездов на период организации путевых работ, когда необходимо уплотнять движение по «оставшемуся» пути, формируя пакеты до 8 поездов.

Виртуальная сцепка (ВСЦ) – это соединение локомотивов последовательно следующих поездов по радиоканалу. При этом ведение второго («ведомого») поезда осуществляется с учетом информации, получаемой от первого («ведущего») поезда. Управление ведущим и ведомым локомотивами может осуществляться как в режиме автоведения, так и в ручном режиме машинистом (в последнем случае очевидно ужесточение условий безопасности в силу ряда причин, включая психологический фактор, тем не менее расстояние между поездами в ВСЦ при ручном управлении будет заведомо меньше типового расстояния между поездами, следующими на зеленый сигнал светофора). Основным препятствием на пути масштабного внедрения ВСЦ является недостаточное покрытие системами цифровой радиосвязи. Тем не менее, проводимые испытания позволят до конца этого года сформировать заключение о возможности тиражирования самой технологии ВСЦ и применяемой в ее составе аппаратуры.

В ОАО «РЖД» проделана большая работа в вопросах практического тестирования технологии ВСЦ, в отличие от других стран, на железных дорогах которых системы управления и обеспечения безопасности движения используют радиосвязь как основной канал передачи ответственных данных. Так, в ЕС ВСЦ носит в большей степени теоретический характер, поскольку на данный момент в печати публикуются только результаты моделирования, а не реального тестирования ВСЦ на базе аппаратуры ERTMS [4–6].

Как известно, в странах ЕС наиболее широко внедряется стандартная система ERTMS уровень 2. Эффект повышения пропускной способности достигается, однако, только при условии выполнения таких организационно-технических мероприятий, как: специализация участка (как правило, выделенное пассажирское движение); оснащение локомотивной аппаратурой ERTMS всего парка подвижных единиц, обращающихся на выделенном участке полное покрытие сети GSM-R и др.



Управляющий комплекс РСУДП

В условиях указанных ограничений вслед за ОАО «РЖД» европейские компании предпринимают попытки протестировать гибридные решения, совмещающие принципы работы системы ERTMS уровня 2, 3 и национальных устройств сигнализации на базе рельсовых цепей, направленные на реализацию принципа виртуальных блок-участков с сокращением интервала движения для подвижных единиц, оборудованных локомотивной аппаратурой ERTMS, и пропуск необорудованных подвижных единиц по сигнальным кодам национальной системы.

Такой подход близок к идеологии интервального регулирования, впервые реализованной в 2012 г. в ОАО «РЖД» в виде системы ITARUS-ATC, а впоследствии на МЦК. В России гибридное решение рассматривается как одно из магистральных направлений развития системы ИРДП, в котором цифровой радиоканал используется в виде дублирующего канала передачи ответственной информации, дополнительно к рельсопроводному каналу. В этом случае отказ системы радиосвязи обеспечивает движение в штатном режиме благодаря передаче информации на поезд по рельсовым цепям. Наличие рельсовых цепей также позволяет контролировать полносоставность поезда и не оборудовать поезда аппаратурой контроля наличия хвостового вагона, а также является гарантией защиты системы от кибератак, что крайне важно в современных условиях.

В заключение следует отметить, что технология ИРДП является ключевым инструментом в решении задач повышения пропускной способности. Вместе с тем уже на стадии проектирования и строительства должен учитываться целый комплекс технических и технологических аспектов, без которых внедрение систем ИРДП может не обеспечить должного эффекта. При этом внедрение новых технологий нередко идет вразрез с действующей нормативной базой, требует анализа существующей практики и изменения существующих регламентов, а также обучения машинистов и диспетчерского персонала новым принципам работы. Необходимо тщательное моделирование работы участков в условиях существующих ограничений и возможных рисков безопасности, прежде чем внедрять те или иные технические средства ИРДП. Кроме этого, требуется фундаментальное изменение существующей практики разграничения станции и полигона и переход к новой целевой модели бесшовного (сквозного) движения, базирующейся на приоритете единой технологии управления.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Концепция внедрения на сети железных дорог комплексной технологии интервального регулирования движения поездов : утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 28 сентября 2020 года № ХХХ.

2. Розенберг Е.Н., Розенберг И.Н., Озеров А.В. Комплексные решения по повышению пропускной способности железных дорог // Труды АО «НИИАС». – Москва, 2021. – С. 32–47.

3. Комплекс имитационного моделирования работы железнодорожных станций и участков / И.Р. Гургенидзе, С.В. Калинин, Д.Ю. Халевин, А.П. Козловский // Железнодорожный транспорт. 2021. № 12. С. 38–42.

4. Quaglietta E., Goverde R.M.P. A comparative analysis of Virtual Coupling Railway operations // Proceedings of the 99th Transportation Research Board Annual Meeting Transportation Research Board (TRB). Washington DC, 2020. 19 p. URL: http://resolver.tudelft.nl/uuid:ebb4548f-aeba-46dd-872b-00a07865ac4d.

5. Quaglietta E. Analysis of Platooning Train Operations under V2V communication-based signaling : Fundamental modelling and capacity impacts of virtual coupling // The Transportation Research Board (TRB) 98th Annual Meeting Computer Science. Washington DC, 2019. URL: https://pure.tudelft.nl/ws/portalfiles/portal/85752612/E.Quaglietta_Analysis_of_platooning_train_operations_Final_.pdf.

6. Towards railway virtual coupling / F. Flammini, S. Marrone, R. Nardone, A. Petrillo, S. Santini, V. Vittorini // IEEE International Conference on Electrical Systems for Aircraft, Railway, Ship Propulsion and Road Vehicles & International Transportation Electrification Conference (ESARS-ITEC). 2018. P. 1–6. DOI: 10.1109/ESARS-ITEC.2018.8607523.

ДОЛГИЙ
Александр Игоревич,
АО «Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте», генеральный директор, канд. техн. наук, Москва, Россия

ХАТЛАМАДЖИЯН
Агоп Ервандович,
АО «Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте», руководитель Объединенного конструкторского бюро, доцент, канд. техн. наук, г. Ростов-на-Дону, Россия

ОЛЬГЕЙЗЕР
Иван Александрович,
АО «Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте», начальник отделения инновационных и интеллектуальных технологий цифровой станции Ростовского филиала, канд. техн. наук, г. Ростов-на-Дону, Россия

СУХАНОВ
Андрей Валерьевич,
АО «Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте», заместитель начальника ЦИИТ Ростовского филиала, канд. техн. наук, г. Ростов-на-Дону, Россия

КОРНИЕНКО
Константин Ильич,
АО «Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте», старший научный сотрудник ЦИИТ Ростовского филиала, канд. техн. наук, г. Ростов-на-Дону, Россия

УДК 656.257
DOI: 10.34649/AT.2022.8.8.002

ИННОВАЦИОННЫЕ АЛГОРИТМЫ МАШИННОГО ЗРЕНИЯ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ПРОДОЛЬНОГО ПРОФИЛЯ СОРТИРОВОЧНЫХ ПУТЕЙ

Ключевые слова: *сортировочная горка, продольный профиль, средства измерения, КСАУ СП, КЗСП*

Аннотация. **Сортировочные станции являются одним из важнейших элементов транспортной инфраструктуры. Автоматизация сортировочных горок имеет большое значение для повышения уровня безопасности движения и увеличения перерабатывающей способности. При автоматизации необходимо предусматривать системы самодиагностики, которые позволят снизить отказы за счет применения технологии обслуживания устройств по состоянию. В статье рассматривается разработанный авторами метод автоматической оценки отклонения продольного профиля путей сортировочного парка. Метод позволяет в реальном времени отслеживать изменение продольного профиля и принимать решения о необходимости его выправки. Измерения продольного профиля с помощью предложенного метода, которые проводились на четной сортировочной системе станции Инская Западно-Сибирской дороги, подтвердили его эффективность.**

При оценке перерабатывающей способности сортировочной горки, а также для минимизации объема маневровой работы и обеспечения безопасности соударения отцепов немаловажную роль играют характеристики сортировочного парка. Реализация сортировочного процесса в автоматическом режиме требует объективных данных о текущем состоянии продольного профиля, который в силу местных особенностей (пучинистые грунты, близкие грунтовые воды, отсутствие дренажа) меняется в течение года. Согласно нормативам съемка продольного профиля сортировочного парка должна проводиться раз в три года. Однако за такой промежуток времени продольный профиль может значительно измениться, поэтому гарантировать безопасность движения отцепов в сортировочном парке не всегда возможно.

Одним из решений данной проблемы является изменение нормативов в части увеличения периодичности съемки профиля. Эта операция выполняется ручным или механизированным способами. Ручной способ заключается в измерении продольного профиля с помощью нивелиров [1]. Механизированный способ реализуется с помощью вагоноизмерительных машин, например, диагностического вагона «ДЕКАРТ», или другими средствами [2]. Наиболее точными результаты измерений получаются при съемке нивелиром. Однако более быстрым способом является съемка вагоном-измерителем. При этом оба способа требуют закрытия путей для роспуска на время проведения измерений, обработки полученных данных и ввода их в систему автоматизации. Соответственно, увеличивается время и трудозатраты на данные операции. По этой причине при увеличении их периодичности применение указанных способов нецелесообразно.

Таким образом, можно сформулировать требования к системе оценки состояния продольного профиля путей. Оценка должна выполняться без закрытия путей для роспуска с частотой, достаточной для обеспечения его безопасности. Система должна реализовывать оценку в автоматизированном режиме для снижения загруженности эксплуатацион-

РИС. 1

ного штата с точностью, достаточной для принятия решения о необходимости выправки продольного профиля путей.

АО «НИИАС», как основной разработчик систем автоматизации сортировочных процессов, большое внимание уделяет внедрению в технологические процессы инновационных технологий. В 2021 г. на четной сортировочной системе станции Инская принят в постоянную эксплуатацию комплекс компьютерного зрения для контроля занятости сортировочного парка (КЗСП) [4–6]. Комплекс позволяет в автоматическом режиме постоянно фиксировать расстояние от парковой тормозной позиции до подвижных единиц, а также между подвижными единицами, скорость движения, соединения и факт остановки подвижных единиц на каждом пути и во всем сортировочном парке.

В рамках развития КЗСП сотрудники АО «НИИАС» разработали дополнительную функцию – автоматический анализ отклонений продольного профиля путей сортировочного парка. Функция основана на определении изменения отметки высоты продольного профиля на заданных участках, используя скорость движения отцепов, вычисленную комплексом КЗСП.

Скорость движения отцепа можно найти с помощью формулы [7]:

$$v_n = \sqrt{(v_{n-1}^2 + 2 \cdot g' \cdot \Delta S \cdot (i - W) \cdot 10^{-3}}, \quad (1)$$

где v_n – скорость отцепа в конечной точке участка, м/с;

v_{n-1}^2 – начальная скорость движения отцепа, м/с;

g' – ускорение свободного падения с учетом инерции вращающихся частей, м/с^2;

ΔS – длина оцениваемого участка пути, м (принимается равной 50 м);

i – уклон участка, по которому движется данный отцеп, ‰;

W – суммарное удельное сопротивление движению отцепа, Н/кН (вычисляется на основе данных об отцепе, поступающих от комплексной системы автоматизации управления сортировочным процессом [3]).

Из формулы (1) выразим значение уклона:

$$i = \frac{v_n - v_{n-1}^2}{2 \cdot g' \cdot \Delta S \cdot 10^{-3}} + W. \quad (2)$$

На основе формулы (2) по пройденным за выбранный период времени расстояниям вычислим медианный уклон продольного профиля.

Для визуализации полученного уклона используется АРМ КЗСП. В случае отклонения продольного профиля от допустимых значений на мнемосхеме выделяется проблемная зона. Затем принимается решение об изменении режима работы КСАУ СП в автоматическом режиме или о необходимости выправки продольного профиля. Функция автоматической оценки продольного профиля путей сортировочного парка позволяет в режиме реального времени отображать на мнемосхеме состояние участков (рис. 1).

На скриншоте рабочего окна анализа (см. рис. 1) ускоряющий уклон продольного профиля выделен красным цветом, уклон в пределах нормы – зеленым, замедляющий уклон – желтым.

Результаты использования представленного алгоритма на станции Инская показали высокий уровень точности измерений. На рис. 2 в виде графиков представлены результаты измерения продольного

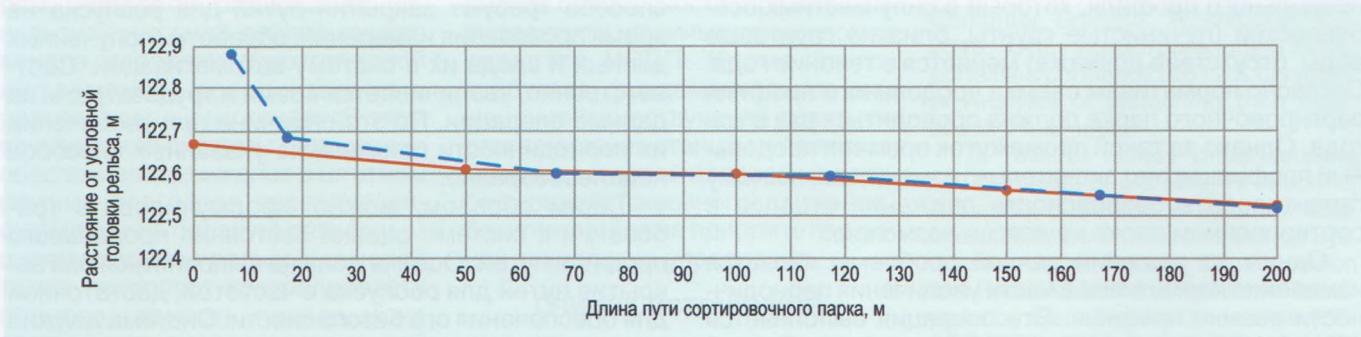


РИС. 2

профиля 19-го пути сортировочного парка Г станции Инская при использовании диагностического вагона «ДЕКАРТ»и разработанного алгоритма. Измерения проводились в марте текущего года. На рисунке сплошной линией показаны данные КЗСП, прерывистой – данные «ДЕКАРТ-270».

Стоит отметить, что система измерения продольного профиля на основе «ДЕКАРТ-270» может снимать профиль только при постоянной скорости движения. На рис. 2 видно, что из-за резкого ускорения в начале пути на участке с 7-го до 17-го метра произошло искажение результатов съема продольного профиля. Подобное искажение наблюдается и при резкой остановке в конце пути сортировочного парка. С учетом начала и конца пути сортировочного парка область съема продольного профиля будет уменьшена примерно на 50 м. Глядя на рисунок, можно сделать вывод о высокой точности измерения продольного профиля с помощью предложенного метода.

Таким образом, разработанный метод анализа продольного профиля сортировочных путей на базе комплекса КЗСП в режиме реального времени является актуальным и эффективным средством для перехода к диагностике инфраструктуры по состоянию, что положительно скажется на безопасности движения. Благодаря использованию объективных данных о состоянии продольного профиля удастся снизить количество небезопасных соударений отцепов в сортировочном парке. Это возможно за счет построения более точной модели движения отцепа системами горочной автоматизации и выпуска отцепов в сортировочный парк с расчетной скоростью.

Исследования проводились при поддержке гранта РФФИ № 20-07-00100.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Постановка пути в проектное положение с использованием бокового нивелирования / В.В. Щербаков, А.А. Быков, А.А. Земерова, С.А. Комягин, И.В. Щербаков // Путь и путевое хозяйство. 2020. № 8. С. 31–35.

2. Алтынцев, М.А., Щербаков И.В., Третьяков С.А. Применение беспилотных летательных аппаратов для исполнительной съемки железных дорог // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2019. Т. 1, № 1. С. 111–118. DOI 10.33764/2618-981X-2019-1-1-111-118.

3. Соколов В.Н. Комплексная автоматизация управления сортировочными процессами // Автоматика, связь, информатика. 2011. № 2. С. 8–9.

4. Пат. 2738768 РФ B61L 25/00. Устройство для позиционирования и определения скорости железнодорожных подвижных единиц / К.Ю. Максимов, И.А. Ольгейзер, А.В. Суханов, А.Н. Шабельников; патентообладатель АО «НИИАС». № 2020118322; заявл. 03.06.2020; опубл. 16.12.2020, Бюл. № 35.

5. Компьютерное зрение как способ интеллектуализации систем горочной автоматизации / И.А. Ольгейзер, А.В. Суханов, А.М. Лященко, Д.В. Глазунов // Проблемы машиностроения и автоматизации. 2022. № 1. С. 46–53. DOI: 10.52261/02346206_2022_1_46.

6. Компьютерное зрение для контроля сортировочных процессов / А.Е. Хатламаджиян, И.А. Ольгейзер, А.В. Суханов, В.В. Борисов // Автоматика, связь, информатика. 2021. № 3. С. 8-11. DOI: 10.34649/AT.2021.3.3.002.

7. Корниенко К.И. Совершенствование метода расчета продольного профиля сортировочных путей железнодорожных станций: дис. … канд. техн. наук: 05.22.08 / место защиты: СГУПС. Новосибирск, 2019. 170 с.

Реклама

1520 СИГНАЛ

С Днём железнодорожника!

Уважаемые коллеги, партнеры и друзья!
Поздравляем вас с профессиональным праздником –
Днем Железнодорожника!
Спасибо вам за добросовестный труд, богатый опыт,
высокий уровень профессионализма
и ответственности, неиссякаемый энтузиазм
и настойчивость, которые вносят неоценимый вклад
в развитие железнодорожной отрасли.
Пусть горит зеленый свет любым вашим начинаниям!
Желаем вам и вашим семьям крепкого здоровья, новых ярких
и незабываемых маршрутов, успешной реализации масштабных
транспортных проектов и простого человеческого счастья!

Е.И. Михеева
от имени коллектива ООО «1520 Сигнал»

Москва, ул. Лётчика Бабушкина, вл. 1, стр. 2
Тел.: +7 (495) 901-15-20
Факс: +7 (495) 901-15-21
www.1520signal.ru

УДК 656.259.12
DOI: 10.34649/AT.2022.8.8.003

ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ РЕЛЬСОВЫХ ЛИНИЙ В ЗАДАЧАХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ

ШАМАНОВ
Виктор Иннокентьевич,
Российский университет транспорта РУТ (МИИТ), профессор, д-р техн. наук, Москва, Россия

ДЕНЕЖКИН
Дмитрий Валерьевич,
Российский университет транспорта РУТ (МИИТ), аспирант, Москва, Россия

Ключевые слова: *помехи, рельсовые линии, элементы линий, тяговые токи, электрические сопротивления, измерения*

Аннотация. **Интенсивность помех в работе аппаратуры автоматической локомотивной сигнализации и рельсовых цепей на участках с электротягой переменного тока определяется в основном величиной асимметрии тягового тока в рельсовых нитях. Эта асимметрия зависит от разности тяговых токов в рельсовых нитях, которая возникает, в первую очередь, при ухудшении состояния токопроводящих и изолирующих элементов рельсовых линий. Представлены аналитические выражения для вычисления продольных сопротивлений рельсовых нитей в рельсовой линии. Приведены результаты исследования влияния температуры рельсов и величины переменного тягового тока на продольное сопротивление рельсовых нитей и на зависящую от этого асимметрию тягового тока. Отмечено, что процесс возникновения асимметрии, ее изменения по длине рельсовой линии и во времени многофакторный. Сложность измерений параметров рельсовых линий при эксплуатации для выяснения причин повышения интенсивности сбоев в работе рассматриваемой аппаратуры заключается, прежде всего, в невозможности выделения из линий многочисленных элементов для определения их электрического сопротивления. Поэтому предложено широко использовать методы косвенных измерений и способы неразрушающего контроля, преимущественно с применением способа двух вольтметров. Рассмотрены запатентованные способы измерения и/или контроля параметров при эксплуатации тяговой рельсовой сети. В их числе абсолютное и относительное значения асимметрии тягового тока в любой точке рельсовых линий, а также сопротивления: токопроводящих и изолирующих стыков, изолирующих элементов железобетонных шпал, дроссельных перемычек и цепей заземления опор контактной сети, подключаемых к рельсам.**

Способы измерения электрических параметров рельсовых линий разрабатывались для анализа работы рельсовых цепей [1]. Цель таких измерений – определение значения сопротивления рельсовой линии между питающим и релейным концами рельсовой цепи для сигнального тока. Асимметрия сопротивлений рельсовых нитей в рельсовой линии влияет на результаты таких измерений только в контрольном режиме работы рельсовых цепей. Использование данных способов на участках с электротягой усложняется в связи с необходимостью предусматривать меры для исключения влияния помех от тягового тока на результаты измерений.

Целью измерений в задачах электромагнитной совместимости аппаратуры рельсовых цепей и автоматической локомотивной сигнализации с тяговыми сетями является выявление причин увеличения интенсивности сбоев в работе этой аппаратуры при воздействии помех от тягового тока на определенном участке для разработки мер для ее снижения. К тому же процессы растекания тяговых и сигнальных токов по рельсовым линиям значительно различаются. В связи с этим необходимо разработать специальные способы электрических измерений в рельсовых линиях.

С точки зрения электротехники рельсовая линия

представляет собой два «голых» провода, имеющих низкое сопротивление изоляции между собой и по отношению к земле, подверженных воздействию всех возможных индуктивных и кондуктивных помех. Для сигнальных токов рельсовая линия является двухпроводной линией связи между их генератором и приемником, установленным на релейном конце рельсовой цепи или на локомотиве. В этих проводах сигнальные токи разнонаправлены, поэтому взаимная индуктивность между ними влияет на сопротивление линии только при изломе рельсов одной из рельсовых нитей [2].

Для тяговых токов рельсовая линия – это две однопроводные электрические линии, являющиеся элементами тяговой рельсовой сети. Тяговые токи протекают по ним в одинаковом направлении, поэтому на сопротивления каждого провода существенно влияют взаимные индуктивности с другими токонесущими линиями тяговой сети [3].

Проблему мешающего действия тягового тока в рельсовой тяговой сети рассматривали еще классики теории рельсовых цепей [2]. Наиболее актуальной она стала после электрификации на переменном токе участков восточной части Транссибирской магистрали и Дальнего Востока. Увеличение веса, количества и скорости движения поездов обострили этот вопрос, особенно на перевальных участках, где интенсивность сбоев в работе аппаратуры рельсовых цепей и автоматической локомотивной сигнализации от действия помех обычно на порядок больше, чем на участках с электротягой постоянного тока. В связи с увеличением веса, количества и скорости движения поездов этот вопрос обострился, особенно на перевальных участках. В результате здесь значительно снижается уровень безопасности движения поездов [4].

Защита от воздействия тяговых токов предусмотрена уже в самом построении схем рельсовых цепей и аппаратуры автоматической локомотивной сигнализации. По секциям основных обмоток дроссель-трансформаторов тяговый ток течет во встречном направлении, поэтому при равенстве токов в секциях они не влияют на работу аппаратуры рельсовых цепей. Подобная защита предусмотрена и в локомотивной аппаратуре автоматической локомотивной сигнализации, где приемные локомотивные катушки включаются встречно.

Однако равенство тяговых токов в рельсовых нитях рельсовой линии выполняется не всегда. Например, когда величины продольных и/или поперечных сопротивлений рельсовых нитей становятся неодинаковыми, в рельсовых нитях появляется асимметрия (разность) тяговых токов. При повышении на каком-либо участке интенсивности сбоев в работе автоматической локомотивной сигнализации или рельсовых цепей необходимо выявлять причины. С этой целью проводятся измерения сопротивлений токопроводящих и изолирующих элементов рельсовых линий, отличающихся определенной специфичностью.

Под продольным электрическим сопротивлением рельсовой нити понимают суммарное сопротивление для тягового тока и его гармоник сплошных рельсов, проводов в рельсовых стыковых соединителях, тросов дроссельных перемычек, переходных сопротивлений на стыках рельсовых звеньев и в дроссельных перемычках, а также секций основных обмоток дроссель-трансформаторов при их наличии в рельсовых цепях. Первопричиной появления асимметрии продольных сопротивлений рельсовых нитей является несимметричное увеличение электрического сопротивления переходных сопротивлений на стыках рельсовых звеньев и в дроссельных перемычках. Причем на участках железных дорог со звеньевым путем эта причина является доминирующей.

Увеличение асимметрии тягового тока и интенсивности сбоев рассматриваемой аппаратуры может возникать и при несимметричном уменьшении сопротивления изолирующих стыков вследствие их деградации.

Поперечное сопротивление рельсовой нити – это ее сопротивление по отношению к земле. Основной причиной появления асимметрии поперечного сопротивления рельсовой линии является ухудшение состояния или пробой искровых промежутков в цепях заземления опор контактной сети, подключаемых к рельсам. На линиях с железобетонными шпалами асимметрия поперечного сопротивления рельсовой линии может появляться при односторонних ухудшениях состояния их электроизолирующих элементов [4].

Причиной увеличения интенсивности сбоев в работе аппаратуры автоматической локомотивной сигнализации при вступлении головного электровоза на рельсовую цепь может быть и недопустимо большое затухание сигнального тока в рельсовой линии из-за роста ее продольного сопротивления и/или уменьшения поперечного сопротивления.

По длине рельсовых нитей сопротивления токопроводящих стыков и сопротивления рельсов по отношению к земле изменяются по-разному, поэтому рельсовая линия превращается в неоднородную электрическую линию. Если по длине рельсовой линии происходит неравномерная утечка тягового тока из рельсов в землю, и меняется его величина, соответственно, по длине меняется и степень влияния взаимных индуктивностей рельсовой нити с другими токоведущими линиями на асимметрию переменного тягового тока.

Уровень помех на аппаратуру от тягового тока в рельсовой линии $\dot{I}_T$ растет с увеличением абсолютного значения разности тяговых токов $\dot{I}_{T1}$ и $\dot{I}_{T2}$ в рельсовых нитях $\Delta\dot{I}_T = |\dot{I}_{T1} - \dot{I}_{T2}|$ в местах подключения устройств к рельсам или под приемными катушками автоматической локомотивной сигнализации. Относительное значение этой асимметрии характеризуют коэффициентом асимметрии тягового тока $k_{AI} = |\dot{I}_{T1} - \dot{I}_{T2}|/(\dot{I}_{T1} + \dot{I}_{T2}) = \Delta\dot{I}_T/\dot{I}_T$. Отсюда $\Delta\dot{I}_T = k_{AI}\dot{I}_T$, т.е. при одном и том же значении коэффициента асимметрии тягового тока абсолютное значение его разности $\Delta\dot{I}_T$ определяется величиной тягового тока в рельсовой линии. Поэтому нормировать допустимый уровень помех по величине коэффициента асимметрии тягового тока нельзя.

Относительную разность сопротивлений первой Z_{PH1} и второй Z_{PH2} рельсовых нитей рельсовой линии оценивают с использованием коэффициента их асимметрии $k_{AZ} = |Z_{PH1} - Z_{PH2}|/(Z_{PH1} + Z_{PH2})$. Формулы для вычисления величин этих сопротивлений для рельсовых цепей, ограниченных двумя дроссель-трансформаторами, с учетом физических и электрохимических

процессов, происходящих в электропроводящих и изолирующих элементах рельсовых линий, можно представить в следующем виде:

$$Z_{РН1} = z_p l + \sum_k \frac{i_{Tm}}{i_{T1}} z_{M1m} l + \sum_p \frac{i_{Kj}}{i_{T1}} z_{M1Kj} l + \sum \frac{i_{ВЛ}}{i_{T1}} z_{M1B} l + \sum_q Z_{ТС1i} + Z_{ДП11} + Z_{ДП12} + 0{,}25 Z_{ДТ}; \quad (1)$$

$$Z_{РН2} = z_p l + \sum_k \frac{i_{Tm}}{i_{T2}} z_{M2m} l + \sum_p \frac{i_{Kj}}{i_{T2}} z_{M2Kj} l + \sum \frac{i_{ВЛ}}{i_{T2}} z_{M2B} l + \sum_q Z_{ТС2i} + Z_{ДП21} + Z_{ДП22} + 0{,}25 Z_{ДТ}; \quad (2)$$

где l – длина рельсовой цепи;

z_p – удельное сопротивление сплошных рельсов;

$\sum_k i_{Tm} z_{M1m}/i_{T1}$; $\sum_k i_{Tm} z_{M2m}/i_{T2}$ – суммы сопротивлений взаимной индуктивности первой и второй рельсовых нитей рассматриваемой рельсовой линии с другими рельсовыми нитями;

$z_{M1m} = z_{M2m}$ – удельные сопротивления взаимной индуктивности между рельсовыми нитями;

$\sum_p i_{Kj} z_{M1Kj}/i_{T1}$; $\sum_p i_{Kj} z_{M2Kj}/i_{T2}$ – суммы сопротивлений взаимной индуктивности первой и второй рельсовых нитей рассматриваемой рельсовой линии с контактными проводами;

z_{M1Kj}, z_{M2Kj} – удельные сопротивления взаимной индуктивности рельсовых нитей с контактными проводами;

$\sum i_{ВЛ} z_{M1B}/i_{T1}$; $\sum i_{ВЛ} z_{M2B}/i_{T2}$ – суммы сопротивлений взаимной индуктивности первой и второй рельсовых нитей рассматриваемой рельсовой линии с эквивалентным средним проводом высоковольтной линии электроснабжения;

z_{M1B}, z_{M2B} – удельные сопротивления взаимной индуктивности рельсовых нитей с эквивалентным средним проводом высоковольтной линии электроснабжения;

$\sum_i Z_{ТС1i}$; $\sum_i Z_{ТС2i}$ – суммы сопротивлений токопроводящих стыков в первой и второй рельсовых нитях;

$Z_{ДП11}$; $Z_{ДП12}$ – сопротивления дроссельных перемычек в первой рельсовой нити;

$Z_{ДП21}$; $Z_{ДП22}$ – сопротивления дроссельных перемычек во второй рельсовой нити;

$Z_{ДТ}$ – сопротивление основной обмотки дроссель-трансформатора;

i_{T1}; i_{T2} – тяговые токи соответственно в первой и второй рельсовых нитях;

i_{Tm} – тяговый ток в m-й рельсовой нити;

i_{Kj} – тяговый ток в j-м контактном проводе;

$i_{ВЛ}$ – ток в эквивалентном среднем проводе высоковольтной линии электроснабжения;

k – количество рельсовых нитей, не считая рассматриваемой;

p – количество контактных проводов;

q – количество токопроводящих стыков.

Ввиду возникновения в рельсовой цепи разности между суммарными сопротивлениями токопроводящих стыков $|\sum_q Z_{ТС1i} - \sum_q Z_{ТС2i}|$ в рельсовых нитях появляется асимметрия тягового тока. Вследствие действия взаимной индуктивности между рассматриваемыми рельсовыми нитями $|\sum_k i_{T2} z_{M1m}/i_{T1} - \sum_k i_{T1} z_{M1m}/i_{T2}|$ она заметно увеличивается [3].

Действие взаимной индуктивности рельсовой нити с другими токонесущими линиями уменьшается по мере увеличения расстояния между ними. Поэтому третий и четвертый члены формул (1) и (2) могут незначительно влиять на величину асимметрии тягового тока. Если в рельсовой линии происходит утечка тягового тока из рельсов в землю, то сопротивления рельсовых нитей $Z_{РН1}$ и $Z_{РН2}$ становятся функциями токов i_{T1} и i_{T2}. В общем случае их величины по длине рельсовой линии меняются по-разному. Становится переменной по длине рельсовых нитей и величина удельного сопротивления рельсов. Асимметрия тягового тока в секциях основных обмоток дроссель-трансформаторов может заметно менять их сопротивление.

Поскольку величина асимметрии сопротивлений рельсовых нитей и соответствующая величина асимметрии тягового тока в рельсовой линии зависят, в первую очередь, от состояния токопроводящих и изолирующих элементов рельсовых линий, прежде всего следует проверить состояние этих элементов. Однако из-за их многочисленности эти работы усложняются.

Схема с разделением рельсовых линий на элементы, определяющие их электрическое сопротивление, а также распределение тяговых токов по этим элементам показана на рис. 1. Рельсовые нити

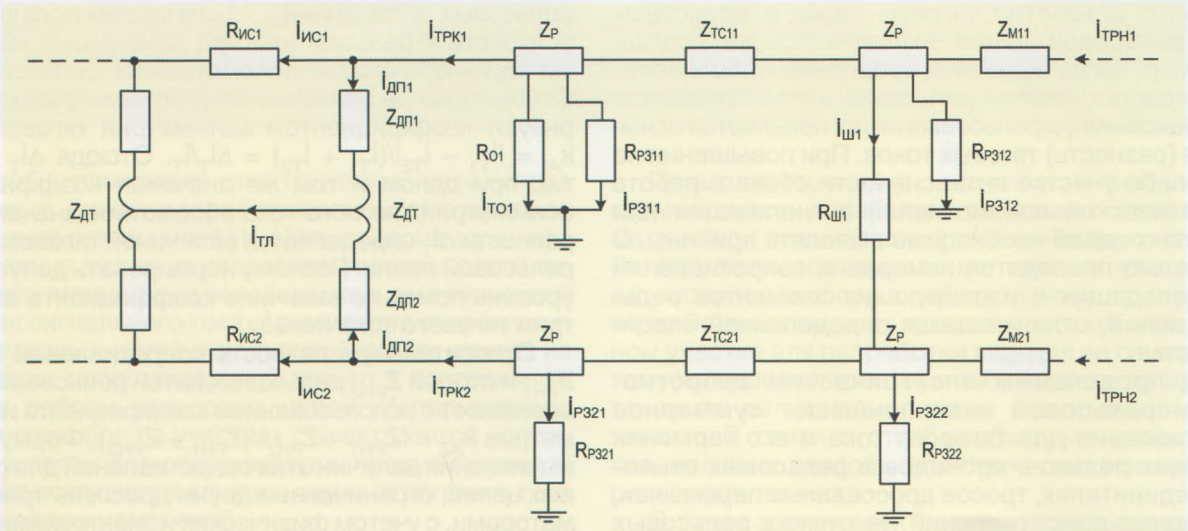


РИС. 1

с распределенными параметрами представлены на схеме эквивалентными трехполюсниками с сосредоточенными параметрами [4, 5]. Рассматривается общий случай, когда в рельсовой линии могут быть утечки тягового тока из рельсов в землю через сопротивления их изоляции по отношению к земле и через подключенные к ним цепи заземления опор контактной сети.

На рисунке приняты следующие обозначения для первой и второй рельсовых нитей отрезка рельсовой линии: Z_P – сопротивление сплошных рельсов; $R_{Ш1}$ – сопротивление неисправной шпалы; R_{O1} – сопротивление цепи заземления опоры контактной сети, подключаемой к рельсам; Z_{M12}; Z_{M21} – сопротивления взаимной индуктивности отрезков рельсовых нитей; $Z_{ДП1}$; $Z_{ДП2}$ – сопротивления дроссельных перемычек; $R_{Р311}$; $R_{Р312}$; $R_{Р321}$; $R_{Р322}$ – сопротивления по отношению к земле половин соответствующих отрезков в первой и второй рельсовых нитях; $R_{ТС1}$; $R_{ТС2}$ – сопротивления токопроводящих стыков; $R_{ИС1}$; $R_{ИС2}$ – сопротивления изолирующих стыков; $I_{ТРН1}$; $I_{ТРК1}$; $I_{ТРН2}$; $I_{ТРК2}$ – тяговые токи в начале и конце первой и второй рельсовых нитей; $I_{ДП1}$; $I_{ДП2}$ – тяговые токи в дроссельных перемычках; $I_{ИС1}$; $I_{ИС2}$ – тяговые токи через изолирующие стыки; I_{O1} – тяговый ток, утекающий из рельсов в землю по цепи заземления опоры контактной сети; $R_{Р311}$; $R_{Р312}$; $R_{Р321}$; $R_{Р322}$ – тяговые токи, утекающие из рельсов в землю по балласту; $I_Ш$ – тяговый ток через железобетонную шпалу.

Для измерения тяговых токов в рельсовых нитях удобно использовать электроизмерительные клещи APPA 39MR. Однако с их помощью можно измерять тяговые токи только по концам рельсовых цепей, ограниченных дроссель-трансформаторами.

Абсолютное значение разности первой гармоники тяговых токов в рельсовых нитях на любом участке рельсовой линии можно найти, используя одновременно два селективных преобразователя тока типа А9-1 или один такой преобразователь с небольшими промежутками времени между измерениями. Вместе с тем их применение ограничено. Они предназначены только для измерения среднеквадратического значения силы переменного сигнального тока с частотами, используемыми в рельсовых цепях. Поэтому при их использовании можно измерять только силу первой гармоники переменного тягового тока. Наибольшее значение силы тока частотой 50 Гц, измеряемой преобразователем, составляет 30 А, а максимальное значение тягового тока в рельсовой нити может достигать 400 А. При этом на аппаратуру автоматической локомотивной сигнализации могут действовать гармоники переменного тягового тока вплоть до двадцать первой [3].

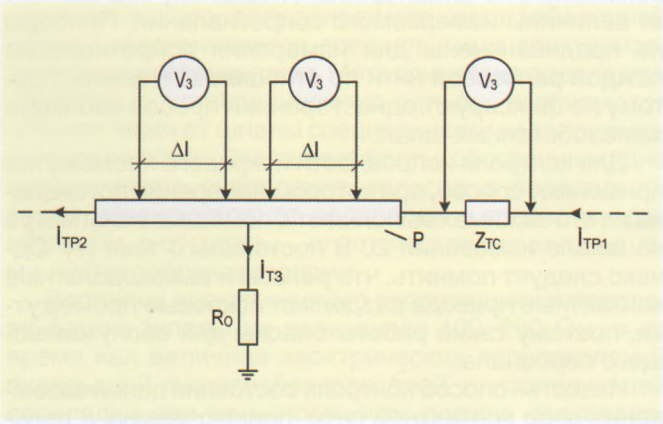


РИС. 2

Более универсальным является косвенный способ двух вольтметров, предложенный еще в конце прошлого века [8]. Для этого в любой точке рельсовой линии на участках сплошных рельсов одинаковой длины Δl_p, к которым не подключены цепи заземления опор контактной сети, измеряют падения напряжения в первой и второй рельсовых нитях $\dot{U}_{TP1}$ и $\dot{U}_{TP2}$ (рис. 2). Величины этих напряжений $\dot{U}_{TP1} = \Delta l_p z_p \dot{I}_{TP1}$ и $\dot{U}_{TP2} = \Delta l_p z_p \dot{I}_{TP2}$. Отсюда $|\dot{I}_{TP1} - \dot{I}_{TP2}| = |\dot{U}_{TP1} - \dot{U}_{TP2}|/(\Delta l_p z_p)$, а $k_{AI} = |\dot{U}_{TP1} - \dot{U}_{TP2}|/(\dot{U}_{TP1} + \dot{U}_{TP2})$.

Следовательно, коэффициент асимметрии тягового тока в этой точке рельсовой линии вычисляют непосредственно по результатам измерений. Для вычисления абсолютного значения асимметрии тягового тока в данной точке надо знать еще величину удельного сопротивления сплошных рельсов.

Измерение сопротивления токопроводящих рельсовых стыков усложняется малой величиной этого сопротивления и большим количеством таких стыков в звеньевом пути.

В соответствии с требованиями ГОСТ [6] токопроводящие рельсовые стыки не должны увеличивать сопротивление рельсовой нити больше, чем на 20 %. Удельное сопротивление рельсовой нити при звеньях длиной 25 м с рельсами Р65 и медными приварными соединителями на частоте 50 Гц может быть принято $0{,}3\,e^{70^\circ}$ Ом/км [7]. Если в общем случае принять это значение за исходное, то суммарное сопротивление токопроводящих стыков на одном километре не должно превышать 0,06 Ом, а при 40 стыках сопротивление каждого стыка не должно увеличиваться более чем на 1500 мкОм.

Ранее для измерения сопротивления стыков выпускались стыкоизмерители ЦНИИ-56 и ИЭСС-1М, имеющие различную конструкцию. Их схема была собрана по принципу неполного моста, и при измерениях необходимо было уравновесить мост [7]. Ввиду сложности таких измерений в условиях эксплуатации и достаточно больших размеров эти измерители не нашли широкого применения.

В настоящее время для участков пути с автономной и электрической тягой переменного тока серийно выпускается измеритель сопротивления рельсовых стыков ИСРС-01/2. Прибор имеет два диапазона измерений от 50 до 500 мкОм и от 500 до 5000 мкОм и достаточную точностью измерений в условиях эксплуатации. При его использовании максимальное значение переменного тягового тока через стык составляет 250 А, постоянного – 1500 А.

К недостаткам этого измерителя можно отнести его вес (3 кг) и ограничения по тяговому току. Как известно, на загруженных перевальных участках переменный тяговый ток в рельсовой нити может достигать 400 А.

Удобным для измерения сопротивления токопроводящих рельсовых стыков является косвенный способ двух вольтметров [8]. Величины тока в токопроводящем стыке и в рельсах, между которыми он расположен, одинаковы. Следовательно, падение напряжения на стыке не должно превышать падения напряжения на шестиметровом сплошном рельсе. Поэтому, если сравнивать падения напряжения на

сплошном рельсе длиной метр $\dot{U}_{P1}$ и на стыке $\dot{U}_{CT}$, то при исправном стыке должно выполняться условие: $\dot{U}_{CT} \le 6\dot{U}_{P1}$.

Пример такого измерения показан на рис. 2. На схеме вольтметром V_2 измеряется падение напряжения на отрезке сплошного рельса длиной Δl, а вольтметром V_3 – на токопроводящем стыке. Если $\Delta l \neq 1$ м, то при исправном стыке выполняется условие: $\dot{U}_{CT} \le 6\dot{U}_{P1}/\Delta l$. При таких измерениях удобно использовать, например, миниатюрный мультиметр АРРА301. Этот способ описан в отраслевой инструкции [9].

Величина удельного сопротивления взаимной индуктивности между проводами обратно пропорциональна расстоянию между ними [2], поэтому взаимные индуктивности между рельсовыми нитями могут вызывать увеличение коэффициента асимметрии переменного тягового тока в два раза [2]. Взаимные индуктивности рельсовых нитей с контактным проводом и с высоковольтной линией продольного электроснабжения не оказывают такого заметного влияния на коэффициент асимметрии переменного тягового тока. Первоисточником асимметрии сопротивлений рельсовых нитей является появление разности сумм сопротивлений их токопроводящих стыков $\sum_q Z_{TC1i} - \sum_q Z_{TC2i}$.

Разность сопротивлений дроссельных перемычек в рельсовых нитях может существенно влиять на коэффициент асимметрии тягового тока в коротких рельсовых цепях и при приближении головы поезда к выходному концу рельсовой цепи.

Сопротивление дроссельной перемычки $Z_{ДП}$ определяется сопротивлением ее проводов вместе с сопротивлениями в местах подключения их к рельсам и к дроссель-трансформаторам. Каждый провод состоит из последовательно включенных штепселя, троса, наконечника и переходов «рельс – штепсель», «штепсель – трос» и «трос – наконечник».

Сопротивления штепселя, троса и наконечника при эксплуатации практически не меняются, поэтому их диагностирование не требуется. При нормальной затяжке гаек сопротивление соединения «наконечник – вывод дроссель-трансформатора» не меняется, и поэтому специальный контроль тоже не требуется. Следовательно, контроль сопротивления необходим только в указанных переходах.

Для контроля состояния всей перемычки используют способ двух вольтметров. Для этого измеряют падение напряжения на участке рельса фиксированной длины и на подключенной к рельсу дроссельной перемычке, а затем вычисляют ее сопротивление. Если это сопротивление выше нормы, дополнительно измеряют токи в каждом проводе перемычки и падения напряжения на переходах провода «рельс – штепсель», «штепсель – трос» и «трос – наконечник». По результатам измерений вычисляют значения сопротивлений каждого перехода в каждом проводе путем деления значения падения напряжения на диагностируемом переходе на ток в проводе. Переходы с наибольшими значениями сопротивлений считаются неисправными [11].

Симметричное ухудшение состояния изолирующих стыков, разделяющих рельсовые цепи, усиливает кондуктивную связь между смежными рельсовыми цепями. Это приводит к ложной занятости свободной рельсовой цепи вследствие шунтирования ее приемника колесными парами подвижного состава, занимающего смежную рельсовую цепь. Пробой изолирующих стыков вызывает ложную занятость двух смежных рельсовых цепей.

Ложная занятость рельсовой цепи может появиться по ряду причин. Получить доказательство, что отказ в работе рельсовых цепей произошел именно из-за неисправности изолирующих стыков является непростой задачей, решение которой часто занимает достаточно долгое время. Восстановление работоспособности отказавшего изолирующего стыка – также трудоемкая работа. Поэтому ложная занятость рельсовых цепей при пробое изолирующих стыков заметно влияет на бесперебойность движения поездов.

Предельная минимальная величина сопротивления изолирующего стыка принята равной 50 Ом. Однако прямое измерение этого сопротивления каким-либо омметром невозможно, так как параллельно с изолирующим стыком подключены сопротивления, которые имеют половины секций основных обмоток дроссель-трансформаторов, и сопротивления по отношению к земле отрезков рельсовой нити, разделяемых этим стыком.

Для измерения сопротивления изолирующих стыков используют устройства со специальными генераторами, вырабатывающими измерительный ток [4]. Однако реализация таких устройств относительно сложна.

Если изолирующие стыки разделяют тональные рельсовые цепи, контролировать их отказ можно путем измерения напряжения на рельсах в конце или начале рельсовой цепи и напряжения такой же частоты по другую сторону изолирующего стыка с последующим сравнением этих величин [12].

Поперечная асимметрия появляется чаще всего при уменьшении входных сопротивлений цепей заземления различных конструкций, подключаемых к рельсам. Причиной является пробой искровых промежутков, которые разделяют электрически рельсы и данные цепи заземления. Искровые промежутки не оборудуются устройствами телеконтроля, поэтому они могут находиться в пробитом состоянии неопределенно долго.

С целью измерения сопротивления изоляции рельсовых линий, т.е. сопротивления между ее рельсовыми нитями, применяют устройства ИСБ1 и ИСБ2 [1]. Но они не подходят для проверки состояния рассматриваемых цепей заземления. Эти устройства измеряют сопротивление изоляции отрезка рельсовой линии с нечеткой длиной, поскольку она зависит от величины измеряемого сопротивления. Приборы не предназначены для измерения сопротивления каждой рельсовой нити по отношению к земле, поэтому не фиксируют односторонний пробой изоляции железобетонных шпал.

Для контроля исправности искрового промежутка применяют способ, при котором измерение потенциала на его зажимах выполняют с помощью вольтметра на шкале измерений 20 В постоянного тока [7]. Однако следует помнить, что рельсы и высоковольтные контактные провода разделяют искровые промежутки, поэтому такие работы опасны для обслуживающего персонала.

Известен способ контроля состояния цепей заземления опор контактной сети, подключаемых к рельсам [12]. Но этот способ очень трудоемок и требует

привлечения высококвалифицированных работников хозяйства электроснабжения, так как при его использовании необходимо соблюдение всех правил проведения работ в высоковольтных электрических линиях. Кроме того, этот способ не позволяет определить степень влияния на величину асимметрии тягового тока в рельсовой линии пониженного сопротивления измеряемых цепей заземления.

Запатентован способ контроля состояния искровых промежутков (см. рис. 2) [13]. Его суть в следующем: в рельсе, к которому подключена цепь заземления опоры контактной сети, вольтметрами V_1 и V_2 измеряют падение напряжения, соответственно, $\dot{U}_{ТР1}$ и $\dot{U}_{ТР2}$, на участках рельсов одинаковой длины Δl по обе стороны от места ее подключения. Величины этих падений напряжения равны: $\dot{U}_{ТР1} = \Delta l z_p \dot{I}_{ТР2}$ и $\dot{U}_{ТР2} = \Delta l z_p \dot{I}_{ТР1}$. Разность этих напряжений $\dot{U}_{ТР1} - \dot{U}_{ТР2} = (\dot{I}_{ТР1} - \dot{I}_{ТР2})\Delta l\, z_p = \Delta l z_p \dot{I}_{ТЗ}$. Относительное значение разности этих напряжений равно относительной величине тягового тока, утекающего в землю: $(\dot{U}_{ТР2} - \dot{U}_{ТР1})/\dot{U}_{ТР1} = (\Delta l z_p \dot{I}_{ТР2} - \Delta l z_p \dot{I}_{ТР1})/\Delta l z_p \dot{I}_{ТР1} = (\dot{I}_{ТР2} - \dot{I}_{ТР1})/\dot{I}_{ТР1} = \dot{I}_{ТЗ}/\dot{I}_{ТР1}$.

Для определения степени увеличения коэффициента асимметрии тягового тока, вызванного утечкой, в этом же месте измеряют падение напряжения $\dot{U}_{ТРД} = \Delta l z_p \dot{I}_{ТРД}$ на участке другого рельса такой же длины Δl. Тогда коэффициент асимметрии тягового тока в рельсовой линии до места подключения цепи заземления: $k_{A1} = |\dot{I}_{ТРД} - \dot{I}_{ТР1}|/(\dot{I}_{ТРД} + \dot{I}_{ТР1}) = |\dot{U}_{ТРД} - \dot{U}_{ТР1}|/(\dot{U}_{ТРД} + \dot{U}_{ТР1})$, а после этого места: $k_{A2} = |\dot{I}_{ТРД} - \dot{I}_{ТР2}|/(\dot{I}_{ТРД} + \dot{I}_{ТР2}) = |\dot{U}_{ТРД} - \dot{U}_{ТР2}|/(\dot{U}_{ТРД} + \dot{U}_{ТР2})$.

Таким образом, рассматриваемый способ позволяет достаточно просто определить состояние цепи заземления опоры контактной сети, подключаемой к рельсам, и ее влияние на асимметрию тягового тока.

Электрическое сопротивление железобетонных шпал по отношению к лежащим на них рельсам при эксплуатации уменьшается из-за продавливания электроизолирующих элементов или загрязнения их токопроводящими материалами. В результате при плюсовых температурах окружающей среды уменьшается устойчивость работы рельсовых цепей и автоматической локомотивной сигнализации. Односторонний пробой изоляции железобетонных шпал может заметно увеличивать асимметрию тягового тока в рельсовых линиях и интенсивность сбоев в работе аппаратуры автоматической локомотивной сигнализации.

Электрическое сопротивление бетона относительно невелико, поэтому необходимая величина электрического сопротивления железобетонной шпалы обеспечивается специальными электроизолирующими элементами. Металлические подкладки, на которые устанавливаются рельсы, изолируются электрически от шпалы специальными изолирующими прокладками. Закладные болты, обеспечивающие механическое скрепление рельсов с подкладкой, также изолируются: от подкладки – специальными втулками, а от шпалы – пластмассовыми вкладышами-пустотообразователями.

Величина электрического сопротивления прослоек бетона шпалы не превышает 100–200 Ом, в то время как величина электрических сопротивлений вкладышей-пустотообразователей и изолирующей прокладки при их исправности должна составлять сотни кОм.

Как видим, известные способы контроля состояния конструктивных электроизолирующих элементов железобетонных шпал не эффективны. Диагностировать состояние каждого электроизолирующего элемента железобетонной шпалы и определять, какой из них вышел из строя при чрезмерном снижении электрического сопротивления шпалы, позволяет запатентованный способ, основанный на методах неразрушающего контроля [14].

В соответствии с этим способом комбинированным переносным измерительным прибором Ц4380 на пределе 0–6 В измеряют напряжение между рельсами над испытуемой шпалой. Затем этим же или вторым прибором Ц4380 на пределе 0–6 мА или 0–30 мА измеряют ток утечки через электроизолирующие элементы скрепления одного из рельсов с железобетонной шпалой. Для этого прибор подключают между другим рельсом и ближайшей к нему струной металлической арматуры, выступающей из шпалы. Перед измерением поверхность этой струны зачищают от ржавчины.

Далее находят отношение измеренного напряжения между рельсами и тока утечки. Полученное значение сравнивают с его максимально допустимой величиной для рельсовой цепи соответствующего типа. При этом учитывают ее длину и длину соединительного кабеля, а также частоту сигнального тока [4].

Таким же методом, подключая Ц4380 между струной арматуры, измеряют ток утечки из второго рельса через арматуру шпалы. Если напряжение между рельсами меняется во время измерения, это напряжение и токи утечки измеряют одновременно двумя приборами Ц4380.

Таким образом, путем несложных измерений и элементарных вычислений с использованием закона Ома находят истинные значения сопротивлений всех изолирующих элементов неисправной части железобетонной шпалы. Полученные значения сопротивления сравнивают с соответствующими минимально допустимыми значениями. Неисправным считается элемент, фактическое электрическое сопротивление которого меньше нормативного. Причиной может быть пробой изоляция или закорачивание грязью, мокрым снегом и др.

Электрические сопротивления сплошных рельсов, секций основных обмоток дроссель-трансформаторов, а также проводов в рельсовых стыковых соединителях и в тросах дроссельных перемычек зависят от их температуры и величины переменного тягового тока в них. Поэтому изменения этих параметров приводят к изменению асимметрии тягового тока.

График найденных количественных зависимостей модуля удельного электрического сопротивления рельсовых нитей $|z_{рн}|$ с рельсами Р65 при температуре от +40 до –40 °С от величины протекающего по ним тягового тока частотой 50 Гц до 400 А приведен на рис. 3 [4]. Максимальная величина протекающего по рельсовым нитям тягового тока определена по результатам измерений в рельсовых нитях на горных участках Транссибирской магистрали в зонах тяговой рельсовой сети, примыкающих к тяговым подстанциям.

Как видно из рисунка, полученная зависимость является нелинейной. При увеличении переменного тягового тока от 50 А до 400 А полное сопротивление нитей с рельсами Р50 увеличивается почти в

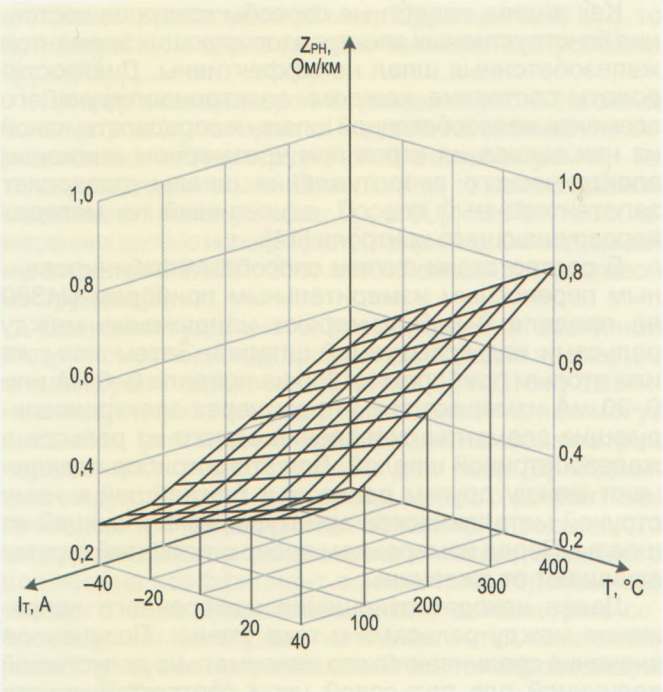


РИС. 3

два раза, с рельсами Р65 – в 1,9 раз, а с рельсами Р75 – в 1,8 раз.

Изменение температуры рельсов приводит к расширению диапазона изменения удельного электрического сопротивления рельсовых нитей. Например, при повышении температуры рельсов от –40 до +40 °С величина рассматриваемого сопротивления нитей с рельсами Р65 увеличивается с 0,29 до 0,82 Ом/км, т.е. в 2,83 раза.

Если в рельсовой линии происходит утечка тягового тока из рельсов в землю, то сопротивления рельсовых нитей Z_{PH1} и Z_{PH2} становятся функциями тяговых токов в них I_{T1} и I_{T2}. При утечках через цепи заземления опор контактной сети их величины по длине рельсовой линии меняются по-разному. В этом случае становится переменной по длине рельсовых нитей и величина удельного сопротивления рельсов. Асимметрия тягового тока в секциях основных обмоток дроссель-трансформаторов может заметно менять их сопротивление.

Следовательно, величина асимметрии сопротивлений рельсовых нитей в рельсовой линии и соответствующая величина асимметрии переменного тягового тока в ней зависят не только от состояния токопроводящих элементов рельсовых линий. Она зависит также от температуры рельсов и от величины тяговых токов в них, в контактном проводе и в высоковольтных линиях электроснабжения на опорах контактной сети. Это усложняет измерения при выявлении причин повышения асимметрии тягового тока в рельсовых линиях, при обработке полученных данных и их экстраполяции на другие условия эксплуатации рельсовой тяговой сети.

Таким образом, сложность измерений параметров рельсовых линий при выяснении причин повышения интенсивности сбоев в работе аппаратуры автоматической локомотивной сигнализации и/или рельсовых цепей возникает из-за невозможности выделения элементов из рельсовых линий для измерения их электрического сопротивления и из-за многочисленности этих элементов. Для решения этой проблемы целесообразно использовать способ двух вольтметров и методы неразрушающего контроля состояния элементов.

Алгоритмы расчетов по результатам измерений предлагаемыми способами просты. В связи с этим для обслуживающего персонала следует разработать универсальный измерительный прибор с применением микропроцессоров, обеспечивающих автоматическую интерпретацию результатов измерения.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Дмитренко И.Е., Сапожников В.В., Дьяков Д.В. Измерения и диагностирование в системах железнодорожной автоматики, телемеханики и связи. М.: Транспорт, 1994. 263 с.

2. Брылеев А.М., Котляренко Н.Ф. Электрические рельсовые цепи. М.: Транспорт, 1970. 256 с.

3. Shamanov V.I. Magnetic properties of rail lines and level of interferences for the apparatus of automatic control and telemechanics // Russian Electrical Engineering. 2015. Vol. 86, No. 9. P. 548–552. DOI : https://doi.org/10.3103/S1068371215090102.

4. Шаманов В. И. Электромагнитная совместимость систем железно-дорожной автоматики и телемеханики : учебное пособие. М.: УМЦ ЖДТ, 2013. 244 с.

5. Основы теории цепей / Г.В. Зевеке, П.А. Ионкин, А.В. Нетушил, С.В. Страхов. М.: Энергоатомиздат, 1989. 528 с.

6. ГОСТ 9.602-2005. Единая система защиты от коррозии и старения (ЕСЗКС). Сооружения подземные. Общие требования к защите от коррозии. Введ. 01.01.2007. Отм. 01.06.2017. М.: Стандартинформ, 2006. – 55 с.

7. Аркатов В.С., Кравцов Ю. А., Степенский Б. М. Рельсовые цепи. Анализ работы и техническое обслуживание. М.: Транспорт, 1990. 295 с.

8. А.с. 1798729 СССР G 01 R 27/00. Устройство для измерения сопротивления малой величины / Шаманов В.И., Мухамеджанов К.С., Михалдык В.П., Никулин Л.В., Ведерников Б.М. № 4851793/21; заявл. 16.07.1990; опубл. 28.02.1993; Бюл. № 8. С.145–146.

9. Инструкция по защите железнодорожных подземных сооружений от коррозии блуждающими токами : утв. МПС РФ 09.10.1997.№ ЦЭ-518. М.: Трансиздат, 1999. 124 с.

10. Пат. 2543435 РФ B61L 23/16.Способ диагностирования состояния дроссельных перемычек путевых дроссель-трансформаторов / Шаманов В.И.: патентообладатель МГУПС (МИИТ). № 2013123703/11; заявл. 24.05.2013; опубл. 27.02.2015; Бюл. № 6.

11. Пат. 2668007 РФ B61L 23/165. Устройство для контроля состояния изолирующих стыков в тональных рельсовых цепях / Шаманов В.И., Ваньшин А.Е., Кузьмин В.С, Денежкин Д.В.; патентообладатель МГУПС (МИИТ). № 2017139555; заявл. 14.11.2014; опубл. 25.09.2018; Бюл. № 27.

12. Технологические карты на работы по содержанию и ремонту устройств контактной сети электрифицированных железных дорог. Книга II. Техническое обслуживание и текущий ремонт. М.: Трансиздат, 1999. 427 с.

13. Пат.33844 KZ B61L 23/16. Способ контроля состояния цепей заземления, подключаемых к рельсам / Шаманов В.И., Ведерников Б.М., Тасболатова Л.Т. № 2018/0122.1; заявл. 23.02.2018; опубл. 16.08.2019; Бюл. № 33.

14. Пат. 2369506 РФ B61L 23/16. Способ диагностирования состояния электроизолирующих элементов железобетонных шпал / Шаманов В.И., Пультяков А.В., Трофимов Ю.А., Шаманова С.И.; патентообладатель ИрГУПС. № 2007144810/11; заявл. 13.12.2007; опубл. 10.10.2009; Бюл. № 28.

НАГОВИЦЫН
Виктор Викторович,
НПЦ «Промэлектроника»,
главный специалист по
электрической централизации,
канд. техн. наук,
г. Екатеринбург, Россия

ЦЕНТРАЛИЗОВАННОЕ СТАНЦИОННОЕ УПРАВЛЕНИЕ НОВОГО УРОВНЯ

Микропроцессорные системы ЖАТ призваны обеспечивать безопасное и эффективное движение железнодорожного транспорта. Широкое применение информационных технологий в железнодорожных перевозках значительно повышает требования к кибербезопасности систем. При реализации мер по обеспечению защищенности и устойчивости к кибератакам должны учитываться требования информационной и функциональной безопасности, безопасности движения. В микропроцессорной централизации стрелок и сигналов МПЦ-И производства НПЦ «Промэлектроника» учтены все эти требования.

Система МПЦ-И – это полностью российская разработка, выполненная на базе отечественных контроллеров и программного обеспечения. Централизация используется для организации перевозочного процесса на станциях и прилегающих к ним перегонах, на участках с любым видом тяги. МПЦ-И предназначена для раздельных пунктов любой конфигурации: малых, средних и крупных станций, разъездов, обгонных пунктов, путевых постов с путевым развитием. Система может применяться на участках, где предусматривается маршрутизация поездных и маневровых передвижений со светофорной сигнализацией, автоблокировкой, полуавтоматической блокировкой, диспетчерской централизацией.

Микропроцессорная централизация МПЦ-И имеет многоуровневую структуру и включает в себя следующие аппаратно-программные средства:

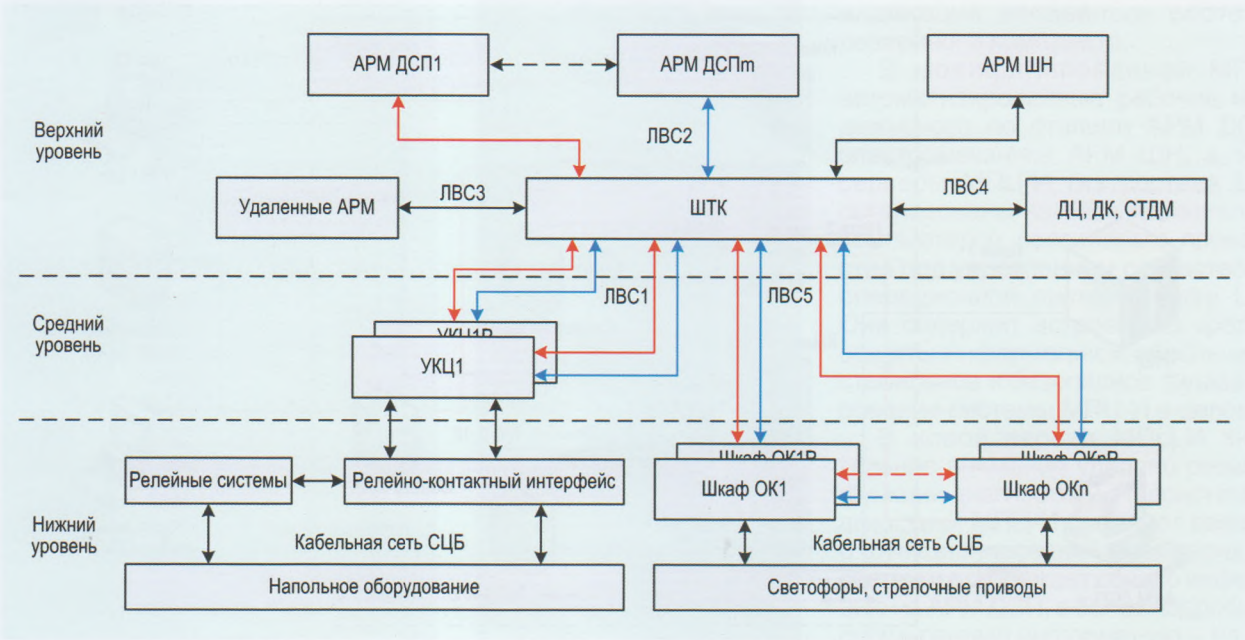
управляющий контроллер централизации УКЦ с программой логики центральных зависимостей для осуществления маршрутизированных передвижений по станции;

телекоммуникационный шкаф ШТК, который обеспечивает работу всех автоматизированных рабочих мест на станции, предоставляет возможность простой увязки с любой из внешних систем, а также гарантирует информационную безопасность, протоколирование и архивирование работы оборудования и действий персонала;

автоматизированное рабочее место дежурного по станции АРМ ДСП с удобным интерфейсом для комфортной работы пользователя;

автоматизированное рабочее место электромеханика АРМ ШН для мониторинга состояния объектов МПЦ-И, просмотра расширенной диагностики в режимах реального времени и архива;

объекты централизации (аппаратура рельсовых



Структурная схема МПЦ-И

На правах рекламы

цепей, счета осей, светофоры, электроприводы, маневровые колонки и др.);

объектные контроллеры, обеспечивающие безрелейный интерфейс управления напольным оборудованием.

Для электропитания МПЦ-И применяется система гарантированного питания микроэлектронных систем СГП-МС, разработанная НПЦ «Промэлектроника».

Впервые МПЦ-И была установлена на промышленном железнодорожном транспорте в 1999 г., а в 2008 г. система была введена в постоянную эксплуатацию на магистральных железных дорогах. С тех пор централизация непрерывно совершенствовалась.

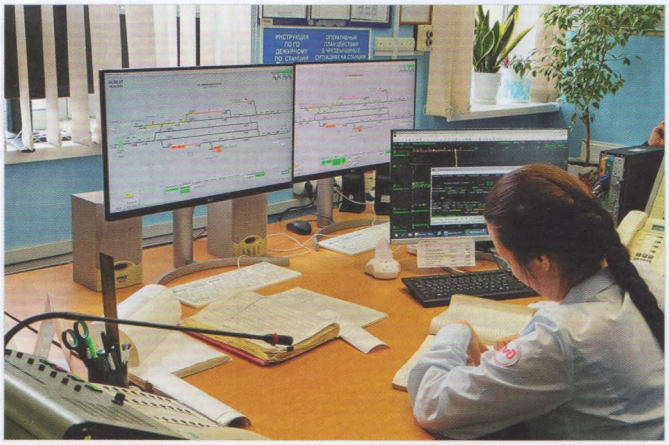
Весной этого года завершились эксплуатационные испытания модифицированной МПЦ-И на станции Нижнесергинская Свердловской дороги. Централизация включена в постоянную эксплуатацию и может применяться на сети дорог ОАО «РЖД».

Модификация аппаратно-программных средств системы была выполнена в соответствии с планом ОАО «РЖД» по импортозамещению и кибербезопасности.

В новой версии МПЦ-И применены блоки централизованного управления БЦУ-М-2 (из состава УКЦ) на базе процессорных модулей российского производства с расширением BIOS и функцией электронного замка, что гарантирует доверенную загрузку программного обеспечения. Функционал расширения BIOS контролирует целостность и достоверность BIOS, технологических настроек, системного и прикладного ПО. Подсистема электронного замка блокирует работу контроллера централизации КЦ в случае обнаружения искажений или попыток несанкционированного вмешательства.

Также для выполнения требований кибербезопасности в состав системы МПЦ-И введен программно-аппаратный комплекс – сервер средств повышения киберустойчивости СПКУ.

Сервер в режиме пассивного мониторинга получает из системы МПЦ-И копию сетевого трафика и осуществляет его анализ.



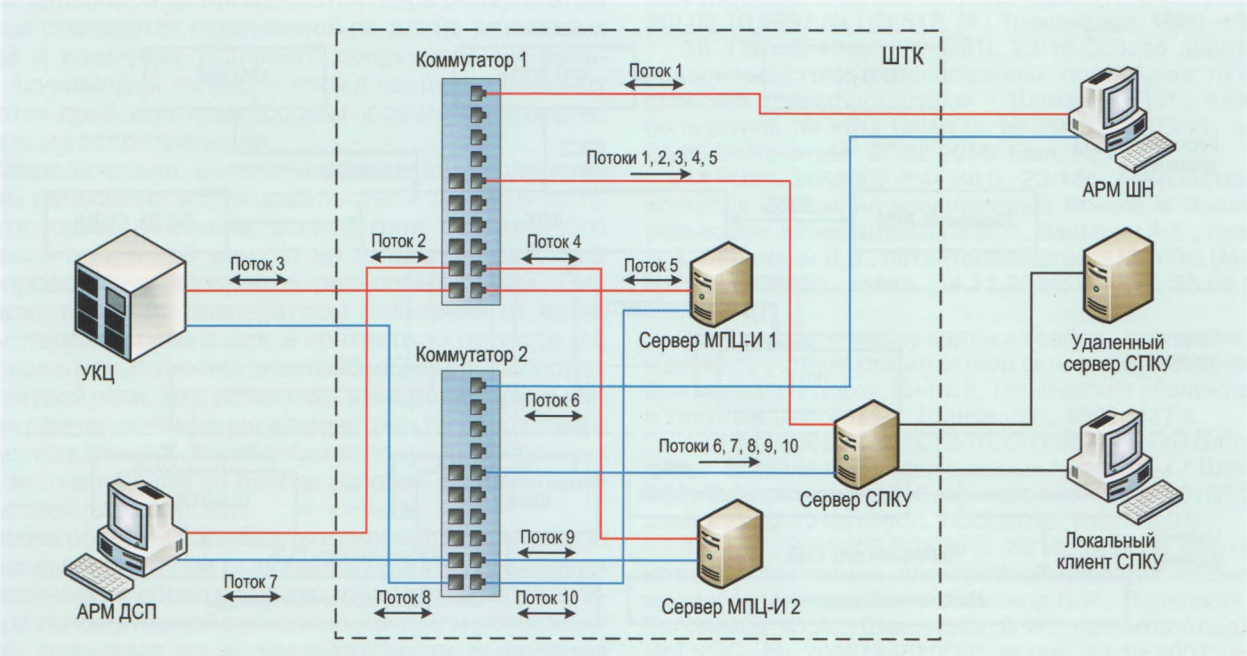
Дежурная по станции Нижнесергинская за АРМ ДСП

Копия для сервера формируется благодаря функции зеркалирования портов. Полученный сетевой трафик разбирается по протоколам. Затем сетевой трафик нормализуется, и выявляются базовые события (например, обнаружение следов уязвимого программного обеспечения в сетевом трафике, команда АРМ, событие индикации АРМ, команда УКЦ, установление соединения, разрыв соединения и др.).

Сервер СПКУ в режиме активного мониторинга периодически самостоятельно по защищенным протоколам SSH и SNMP v3 подключается к тем объектам защиты, которые предусматривают такую возможность и не отвечают за функциональную безопасность системы.

К объектам защиты, доступным в системе МПЦ-И для активного мониторинга, относятся компьютеры АРМ ДСП и АРМ ШН, компьютеры серверов МПЦ-И, сетевые коммутаторы и маршрутизаторы.

Подключаясь к объектам защиты, сервер СПКУ собирает с них текущую конфигурацию: информацию о настройках, установленном ПО, списках пользователей, запущенных процессах и др. Полученная кон-



Структурная схема подключения сервера СПКУ

На правах рекламы

Золотов М.А., электромеханик (Чусовская дистанция инфраструктуры):

«Во время пусконаладочных работ проводилось обучение эксплуатационного персонала. МПЦ-И стала надежнее за счет горячего резервирования УКЦ. Рабочие места дежурного по станции и электромеханика стали удобнее. Расширена система диагностики, которая позволяет наблюдать за работоспособностью централизации. Сотрудники НПЦ «Промэлектроника» оперативно реагируют на возникающие внештатные ситуации и принимают меры по улучшению работы МПЦ-И».

фигурация устройства сравнивается с сохраненной эталонной конфигурацией на предмет внесения несанкционированных изменений. В случае выявления различий генерируется событие изменения конфигурации объекта защиты. При обнаружении инцидента информационной безопасности на АРМ ДСП будет сформировано соответствующее сообщение.

Технические решения по повышению киберустойчивости системы МПЦ-И прошли испытания в Центре кибербезопасности АО «НИИАС» с получением положительного заключения.

Применение управляющего контроллера централизации УКЦ с функцией автоматического горячего резервирования позволяет повысить надежность (коэффициент готовности) системы МПЦ-И в целом. На станции Нижнесергинская эта функция также прошла испытание.

При использовании УКЦ с функцией автоматического горячего резервирования система МПЦ-И работает в режиме «Основное управление», при этом пульт-табло резервного управления для реализации режима «Резервное управление» не предусматривается.

Для построения резервированного УКЦ применен структурный вид резервирования, при котором в структуру системы МПЦ-И введен дополнительный элемент – резервный комплект УКЦ. Применен способ структурного резервирования – однократное общее резервирование со 100 % замещением управляющего вычислительного комплекса. Резервный комплект УКЦ нормально находится в готовом, нагруженном «горячем» резерве, при этом параллельная выработка управляющих решений не производится. Технологическая логика резервного комплекта УКЦ поддерживается в режиме «Резервное управление».

Резервированный УКЦ состоит из основного и резервного комплектов УКЦ. Такое деление условное. Комплекты представляют собой полностью аналогичные УКЦ, выполненные по одинаковой конструкторской и проектной документации с одинаковыми версиями системного и адаптационного программного обеспечения.

Основным является комплект, функционирующий в данный момент в активном режиме. Резервный УКЦ функционирует в это время в пассивном режиме. Комплекты УКЦ взаимодействуют по оптоволоконным линиям связи через ШТК.

Переключение комплектов производится в полностью автоматическом режиме. Переход на резервный (пассивный) комплект УКЦ выполняется при неисправности основного (активного) комплекта. Для определения неисправности реализована функция диагностики степени деградации УКЦ. Эта функция определяет наличие отказов и/или сбоев аппаратных средств КЦ и взаимодействующих с ним подсистем на основании существующей или вновь вводимой оперативной диагностической информации.

Решение о необходимости активизации УКЦ принимает пассивный в настоящий момент комплект, если степень деградации активного комплекта УКЦ остается выше степени деградации пассивного комплекта УКЦ в течение двух и более циклов горячего резервирования или если от оператора поступила команда принудительной активизации УКЦ (с АРМ ДСП или АРМ ШН).

Переключение комплектов происходит без нарушения технологического процесса на станции. При необходимости переключение может производить дежурный по станции, при этом на мониторе АРМ ДСП должна быть индикация исправного состояния резервного комплекта.

Резервированный УКЦ (*слева*) и шкаф телекоммуникационный ШТК (*справа*)

В модифицированной МПЦ-И автоматизированные рабочие места дежурного по станции АРМ ДСП и электромеханика АРМ ШН, а также серверы МПЦ-И (из состава ШТК) организованы на базе персональных компьютеров российского производства под управлением отечественной операционной системы Astra Linux. Она содержит встроенные средства защиты информации и обеспечивает стабильное и безопасное функционирование системы МПЦ-И в целом.

В новой версии МПЦ-И значительное внимание уделено развитию функций диагностики. Подсистема диагностики МПЦ-И собирает сведения о функционировании всех своих подсистем и отображает общую информацию на АРМ ДСП, а более подробную и расширенную информацию – на АРМ ШН. Представление расширенной ди-

На правах рекламы

Пусконаладочные работы на станции Нижнесергинская

агностической информации реализовано по принципу от общего к частному – от общей схемы диагностики МПЦ-И до диагностики каждого отдельного функционального блока, объектного контроллера, ПК, телекоммуникационного устройства и др. В случае нарушения работы какой-либо части системы соответствующий блок на схеме диагностики АРМ ШН окрашивается в красный цвет. Подробную информацию о диагностированном нарушении работы системы электромеханик может просматривать, выбрав этот блок на мнемосхеме. На АРМ ШН отображается информация о сопротивлении изоляции кабелей, напряжении критически важных цепей, имеется контроль предотказных состояний с настраиваемыми порогами и др.

Кроме введения нового функционала, который уже

Алабушева А.Б., начальник станции Нижнесергинская Свердловской дороги:

«Применение системы МПЦ-И повышает безопасность поездного движения на станции. Автоматизированные рабочие места обладают удобной визуализацией. При необходимости специалисты НПЦ «Промэлектроника» консультируют по телефону или выезжают на станцию».

находит свое применение на магистральной дороге и путях промышленных предприятий, модифицированная МПЦ-И в перспективе подготовлена к работе с системой объектных контроллеров разработки НПЦ «Промэлектроника». Для этого в МПЦ-И реализованы необходимые интерфейсы и протоколы.

Новая версия МПЦ-И может работать в режиме мультистанционного управления. Эта функция внедрена на Нижнетагильском металлургическом комбинате (АО «ЕВРАЗ НТМК»). Три станции (Кольцевая, Бункерная и Заводская) включены в режим мультистанционной работы. Каждая станция оборудована автоматизированным рабочим местом дежурного АРМ ДСП. На станции Заводская дополнительно размещено АРМ ДНЦ для маневрового диспетчера, с которого можно наблюдать за поездной ситуацией на станциях Бункерная и Кольцевая и управлять этими станциями удаленно.

Модифицированная МПЦ-И имеет повышенную киберустойчивость. Надежность работы всей системы обеспечивает функция горячего резервирования, а расширенная диагностика контролирует состояние всех устройств системы.

На правах рекламы

ИННОВАЦИОННЫЕ ПРОЕКТЫ КАЗАХСТАНА

КОТЫРЕВ
Батыр Куанышевич,
АО «НК «Казахстанские железные дороги»,
главный инженер,
г. Нур-Султан, Казахстан

РОМАНЧИКОВ
Андрей Михайлович,
ООО «ТМХ-Интеллектуальные Системы»,
генеральный директор,
Москва, Россия

Транспорт является одной из наиболее интенсивно развивающихся отраслей экономики Казахстана. Ежегодно растущий объем грузовых и пассажирских перевозок требует модернизации и развития железнодорожной инфраструктуры. Одним из шагов на пути развития стало сотрудничество Казахстанских железных дорог с российской технологической компанией «ТМХ-Интеллектуальные системы», которая предложила реализацию проектов по технологическому развитию, повышению безопасности движения и эффективности технологий перевозочного процесса.

В апреле этого года АО «НК «Қазақстан темір жолы» («Казахстанские железные дороги», КТЖ) и российская технологическая компания «ТМХ-Интеллектуальные Системы» успешно завершили эксплуатационные испытания системы микропроцессорной централизации CTRL@LOCK 400 на железнодорожной станции Майлытогай, расположенной на главном ходу маршрута Москва – Ташкент.

Новая микропроцессорная система CTRL@LOCK 400 обладает большей надежностью по сравнению с централизацией релейного типа. В ней исключается возможность перепутывания проводов при проведении монтажных работ. Значительно меньшее количество релейных элементов и монтажных проводов сокращает затраты на содержание и ремонт. Кроме того, в системе осуществляется контроль работы элементов, а все действия дежурного персонала или диспетчера протоколируются и хранятся в памяти CTRL@LOCK 400 в течение заданного периода времени.

Достоинством системы также является возможность взаимодействия со смежными системами сторонних производителей по релейному или цифровому интерфейсу, что позволяет наращивать объем готовых технических решений и реализовывать комплексные проекты строительства новых и модернизации существующих объектов инфраструктуры.

Система CTRL@LOCK 400 предназначена для бесконтактного управления стрелками, светофорами и другими объектами железнодорожной инфраструктуры с наивысшим уровнем функциональной безопасности SIL4. На станции Майлытогай она заменила устаревшую релейную ЭЦ, введенную в эксплуатацию в 1957 г. Дополнительно была установлена система тональных рельсовых цепей CTRL@TRACK 100, в функции которой входит контроль свободности/занятости путевых участков, а также подсистема АРМ CTRL@SCREEN для контроля поездной обстановки и состояния устройств ЖАТ на мониторе оператора в режиме реального времени.

В ходе испытаний система подтвердила уровень надежности, определенный в технической документации заказчика. Кроме того, по рекомендациям АО «НК «КТЖ» был доработан программный функционал системы. В данный момент CTRL@LOCK 400 введена в постоянную эксплуатацию и обсуждается ее дальнейшее тиражирование на другие станции магистральной сети АО «НК «КТЖ». Это позволит сократить эксплуатационные расходы, обеспечить высокий уровень безопасности движения поездов и заложить основу для цифровизации транспортной отрасли.

В июне этого года специалисты «ТМХ-ИС» продемонстрировали работу системы дистанционного видеоконтроля при движении вагонами вперед CTRL@VISION 100 WE рабочей комиссии АО «НК «Казахстанские железные дороги». Она позволит минимизировать риски сходов и столкновений под-

Система микропроцессорной централизации CTRL@LOCK 400

На правах рекламы

Установка мобильного блока видеоконтроля на автосцепку хвостового вагона

Тестовая поездка на составе, оборудованном системой CTRL@VISION 100 WE

вижного состава, а также травмирования составителей поездов.

Демонстрация прошла в маневровом районе станции Нур-Султан. Мобильный блок видеоконтроля был закреплен на хвостовом вагоне поезда. Состав из 25 вагонов двигался вагонами вперед, а на экран в кабине машиниста поступала информация о свободности пути и расстоянии до объектов, находившихся в габарите движения поезда. До демонстрации система эксплуатировалась на коротких и длинных (до 71 вагона) составах.

Решая проблему ограниченной видимости при движении вагонами вперед, система способна вывести человека из опасной зоны при выполнении маневровой, перевозной или передаточной работы и обеспечить безопасность движения не только на железнодорожных станциях, но и на промышленных предприятиях.

CTRL@VISION 100 WE создана специалистами Центра компетенций по машинному зрению, открытого в 2020 г. на базе «ТМХ-ИС». Его специалисты разрабатывают и внедряют решения для рельсового транспорта, осуществляют техническую поддержку реализованных проектов, разрабатывают техническую и конструкторскую документацию, анализируют применение технологий машинного зрения на рельсовом транспорте.

Специальными гостями демонстрации системы стали руководители служб и подразделений АО «НК «КТЖ», АО «Самрук-Қазына», ТОО «ЛокоТех-Сигнал Азия» (представительство «ТМХ-ИС» в Казахстане), ТОО «КТЖ – Грузовые перевозки», Дирекции магистральной сети, Астанинского эксплуатационного локомотивного депо и Акмолинского отделения ГП.

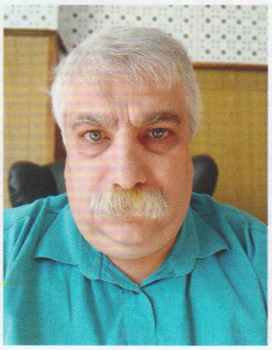
Специалисты дороги на протяжении последних лет работают над повышением культуры безопасности. Система дистанционного видеоконтроля станет еще одним шагом в этом направлении. Ее главная задача – свести к нулю травматизм составителей поездов.

В этом году проект CTRL@VISION 100 WE запускается в пилотном режиме. После успешной апробации систему введут в промышленную эксплуатацию.

На правах рекламы

УДК 520.378:656.2.08
DOI: 10.34649/AT.2022.8.8.004

КОГЕРЕНТНАЯ СИСТЕМА ЕДИНОГО ТОЧНОГО ВРЕМЕНИ ДЛЯ ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ МАГИСТРАЛЕЙ



ШВАРЦ
Михаил Львович,
ФГУП «ВНИИФТРИ»,
инженер лаборатории,
канд. техн. наук,
пгт. Менделеево,
Московская обл., Россия

БАЛАЕВ
Роман Игоревич,
ФГУП «ВНИИФТРИ»,
научный сотрудник
лаборатории,
пгт. Менделеево,
Московская обл., Россия

Ключевые слова: *эталонные сигналы времени и частоты, шкала времени, синхронизация, волоконно-оптические линии связи, высокоскоростные магистрали*

Аннотация. **В статье описана актуальность системы единого точного времени для высокоскоростных железнодорожных магистралей, представлена перспективная когерентная система синхронизации, кратко изложена возможность подключения верхнего уровня когерентной сети к эталонам Государственной службы времени, частоты и определения параметров вращения Земли.**

Проекты создания и развития в России сети высокоскоростных железнодорожных магистралей имеют общегосударственное значение [1].

На примере железнодорожного транспорта можно убедиться в важности широко используемых технологических процессов, требующих строгой синхронизации по времени [2]. Так, для высокоскоростных железнодорожных магистралей требуется точная и надежная синхронизация, обеспечивающая функционирование железнодорожных приложений и систем, таких как системы ЖАТ и видеонаблюдения, радиосвязи LTE, информирования пассажиров, часофикации, компьютерные сети и др. Для этого необходимо создание системы единого точного времени, основанной на новых принципах построения систем частотно-временного обеспечения.

Появление новейших телекоммуникационных технологий, а также стремительный рост объемов трафика и предоставляемых абоненту услуг неизбежно формируют новые требования к системам синхронизации сетей связи. В то время как традиционная тактовая сетевая синхронизация основывается на частотном принципе, развивающиеся беспроводные сети требуют также временной синхронизации. В связи с этим традиционные методы и модели частотно-временного обеспечения необходимо адаптировать к особенностям сетей нового поколения.

Требования стандарта IMT-2020 (International Mobile Telecommunications-2020 Standard) предполагают минимизацию вариации задержки пакетов до десятков наносекунд, в том числе за счет специализированных алгоритмов управления коммутацией пакетов. При развертывании сетей связи пятого поколения одним из критически важных показателей является задержка пакетной передачи, которая зависит от параметров синхронизации шкал времени в коммутационных устройствах транспортной сети.

Для подсистемы базовых станций в сетях 5/6G существенно повышены требования к точности временно́й синхронизации, которая не должна превышать 150–200 нс. Такое ужесточение норм для временно́й синхронизации приводит к необходимости повышения точности установки частоты эталонных источников сетевой синхронизации, т. е. первичных эталонных генераторов (ПЭГ) и первичных эталонных источников (ПЭИ).

Международным союзом электросвязи в области телекоммуникаций (МСЭ-Т, англ. ITU-T) не только предписаны обновленные и более жесткие требования к эталонным источникам сигналов частотной и временно́й синхронизации, но и введены определения модернизированных эталонных источников сигналов синхронизации. К таким источникам относятся ПЭГ (и улучшенные ПЭГ или сокращенно уПЭГ, англ. – ePRC), первичный эталон времени и частоты ПЭВЧ (и уПЭВЧ, англ. – ePRTC) и, в перспективе, – модернизированный ПЭИ или источник сигналов синхронизации ИСС (и уИСС, англ. – eAPTS).

Требования к уПЭГ, описанные в рекомендации МСЭ-Т G.811.1 (timing characteristics of enhanced

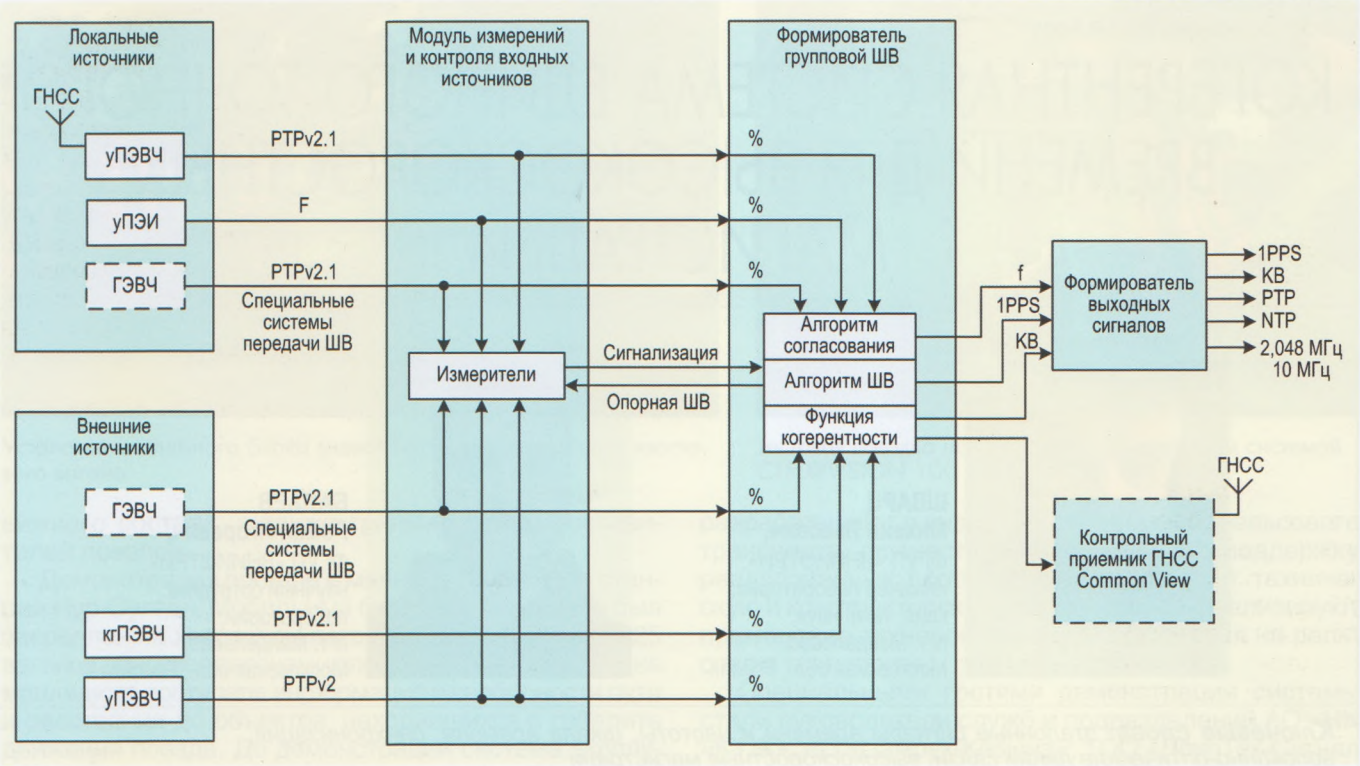


РИС. 1

primary reference clocks), предназначены для работы систем частотной синхронизации перспективных систем связи. Требования к уПЭВЧ приведены в рекомендации МСЭ-Т G.8272.1 (timing characteristics of enhanced primary reference time clocks). Они необходимы для работы систем временной синхронизации стандартов связи 5G и выше.

В Приложение 6 рекомендации МСЭ-Т G.8275/Y.1369 МСЭ-Т (architecture and requirements for packet-based time and phase distribution) введено понятие когерентного кгПЭВЧ (Coherent PRTC – cnPRTC). Основные отличия системы связанных кгПЭВЧ заключаются в организации мониторинга и проведения сличений их часов внутри самой системы. Под когерентностью в данном случае понимается синхронизация ПЭВЧ не только по частоте, но и по фазе. При этом система кгПЭВЧ представляет собой распределенный групповой эталон частоты и времени, формирующий единую групповую шкалу времени для всех входящих в него кгПЭВЧ.

Функциональная схема кгПЭВЧ согласно рекомендации МСЭ-TG.8275 показана на рис. 1, где ГЭВЧ – Государственные эталоны времени и частоты, входящие в состав эталонной базы Государственной службы времени, частоты и определения параметров вращения Земли (ГСВЧ); ШВ – шкала времени; ГНСС – глобальные навигационные спутниковые системы; КВ – код времени, NTP (Network Time Protocol) – протокол сетевого времени; PTP (Precision Time Protocol) – прецизионный протокол времени; F, f – сигнал частоты; 1 PPS – импульсный сигнал с частотой 1 Гц, передний фронт которого соответствует моменту начала отсчета новой секунды. Упрощенная схема когерентной сети [3] изображена на рис. 2.

В целях повышения точности формирования шкалы времени систему кгПЭВЧ необходимо обеспечивать на самых высоких уровнях сетевой иерархии эталонными сигналами частоты и времени (ЭСЧВ) от стандартов времени и частоты, входящих в состав эталонной базы ГСВЧ. Эта служба представляет собой постоянно функционирующую систему технических средств и организаций федеральных органов

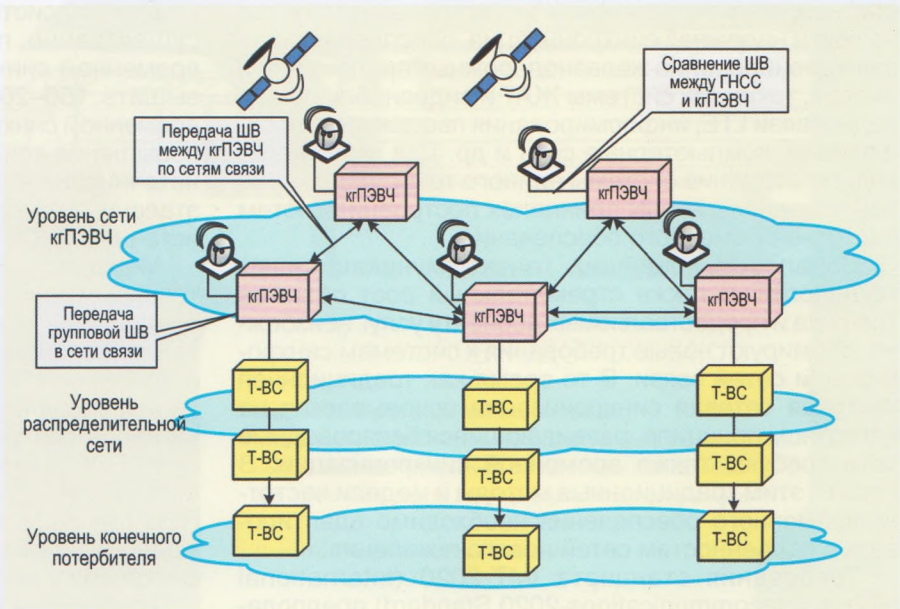


РИС. 2

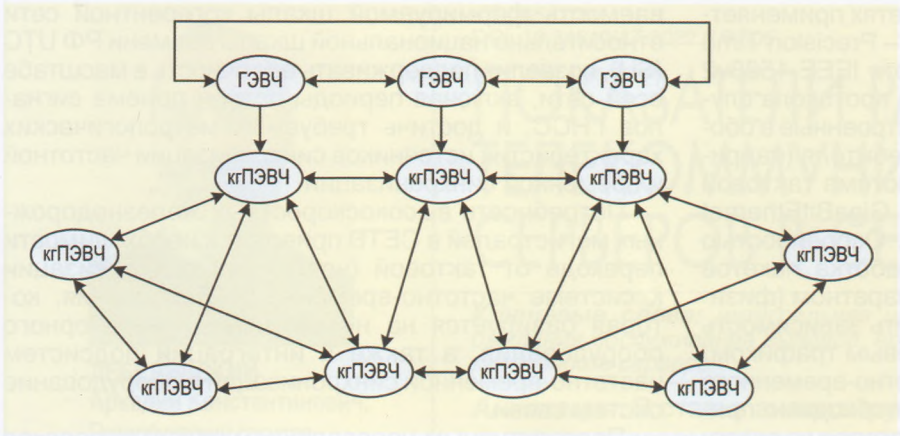


РИС. 3

исполнительной власти РФ, объединенных деятельностью по обеспечению потребностей государства в эталонных сигналах частоты и времени ЭСЧВ, а также в информации о параметрах вращения Земли (ПВЗ), точном значении московского времени и календарной дате [4]. На рис. 3 представлена упрощенная схема верхнего уровня когерентной сети (ядро).

Информация, распространяемая ГСВЧ, формируется на основе национальной шкалы времени UTC (SU). Она является официальной, общедоступной и обязательной на территории Российской Федерации. ГСВЧ включает в себя комплекс средств формирования национальной шкалы времени UTC (SU), в состав которого входит Государственный первичный эталон ГЭТ 1–2022 (ГЭВЧ), вторичные эталоны Росстандарта и других министерств и ведомств, средства сличения шкал времени (рис. 4). Обозначения на рисунке: ГЭВЧ (ГЭТ 1-2022) – Государственный первичный эталон единиц времени, частоты и национальной шкалы времени UTC (SU); ВЭ-31 – вторичный эталон единиц времени и частоты, ВЭТ 1-5/ВЭТ 1-7/ВЭТ 1-19/ВЭТ 1-41 – государственные вторичные эталоны единиц времени и частоты; НАП КНС – навигационная аппаратура потребителей космических навигационных систем; TWSTFT – двунаправленная спутниковая передача времени и частоты.

Кроме того, ГСВЧ имеет комплекс средств передачи размеров единиц времени, частоты и шкалы координированного времени UTC (SU) от ГЭВЧ к эталонным и рабочим средствам измерений с целью обеспечения единства измерений в стране.

Способы доставки ЭСЧВ к элементам сети в составе информационных пакетов порождают ряд острых проблем, связанных с появлением неуправляемой девиации задержек синхросигналов в процессе доставки к сетевым узлам. Вследствие таких задержек появляются дополнительные шумы и искажения в передаваемых пакетных сигналах, что может привести к нарушению процесса синхронизации шкалы времени. При этом рассинхронизация шкал времени обусловлена используемым методом асинхронного пакетного информационного обмена, остро реагирующего на степень загруженности пакетной сети [5].

В связи с этим в настоящий момент для высокоточной синхронизации шкал времени в пределах от де-

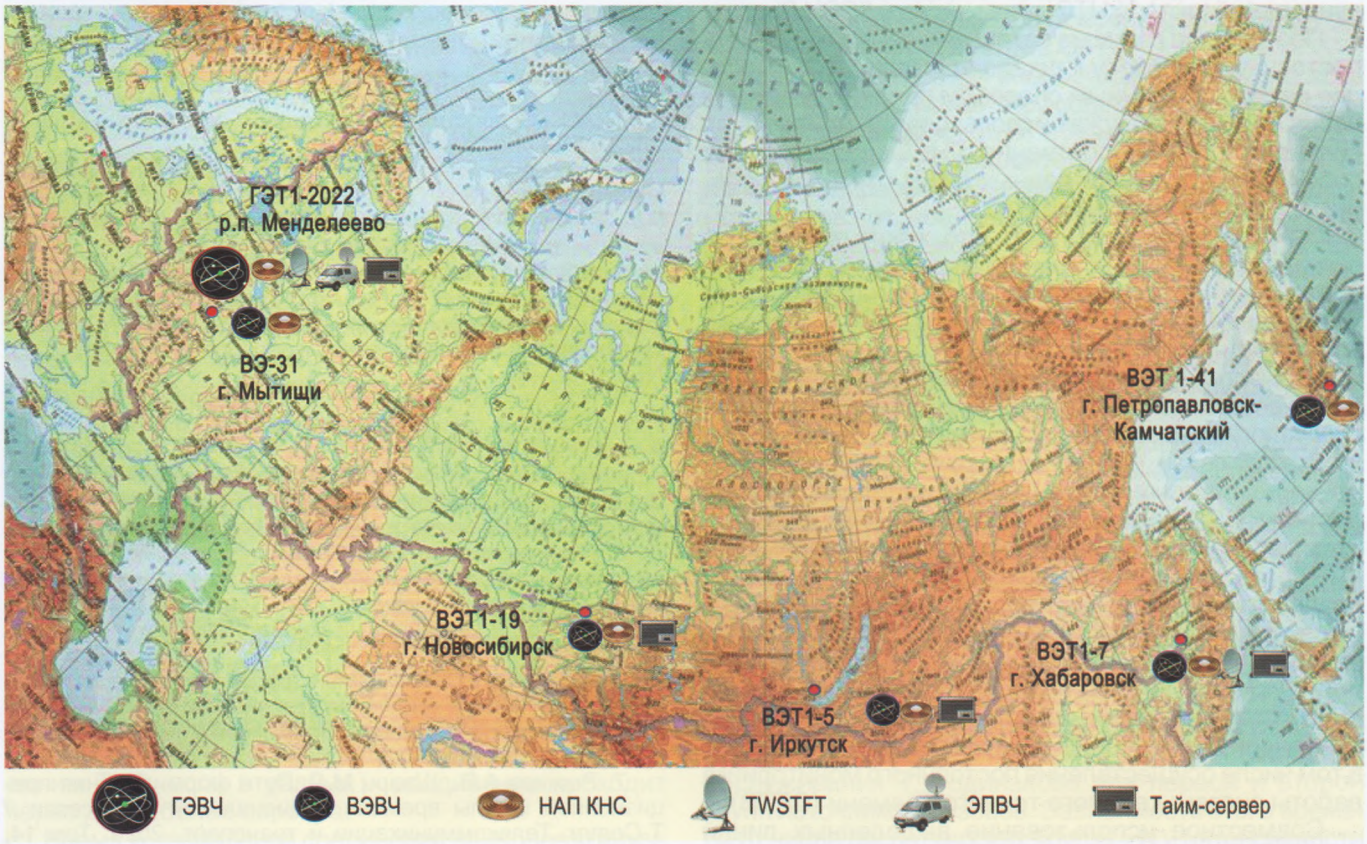


РИС. 4

сятков нс до единиц мкс в пакетных сетях применяется протокол прецизионного времени – Precision Time Protocol (PTP), описанный в стандарте IEEE 1588v2 2008 г. Основой для работы данного протокола служат программно-аппаратные часы, встроенные в оборудование транспортной сети и потребителя (например, в базовые станции), а также система тактовой (частотной) синхронизации потоков GigaBitEthernet (система Synchro Ethernet – SyncE). Особенностью часов PTP-протокола является обработка пакетов PTP в обход ядра коммутации на аппаратном (физическом) уровне, что позволяет снизить зависимость вариации задержки от загрузки сетевым трафиком.

Так, для построения системы частотно-временного обеспечения в современных сетях необходимо применение маршрутизаторов и коммутаторов со встроенной программно-аппаратной поддержкой системы тактовой синхронизации SyncE и протокола PTPv2.

При этом для обеспечения передачи ШВ от стандартов времени и частоты ГСВЧ к системе кгПЭВЧ или внутри самой системы кгПЭВЧ необходима точность временной синхронизации в пределах единиц нс. Эти критерии реализуются в новом варианте протокола PTPv2.1 (стандарт IEEE1588v2.1-2019), ранее известного под названием White Rabbit (белый кролик). Он значительно сложнее PTPv2 (IEEE1588v2-2008), но позволяет обеспечить точность подстройки удаленных ведомых часов с субнаносекундной точностью.

При построении систем временной синхронизации необходимо учитывать, что данные о начальной фазе отсчета секунды и текущее значение кода времени не являются физическими величинами, которые можно воспроизвести с помощью эталонов. Эти параметры административно назначены и поддерживаются международной шкалой UTC, в том числе и ГЭВЧ России.

Поэтому все ведущие сетевые часы должны иметь постоянную привязку к шкале времени UTC. Наиболее распространенным способом привязки ведущих часов к ШВ UTC служат использование приемников сигналов ГНСС. Собственно ГНСС представляет собой канал доставки данных о ШВ от ГЭВЧ к оборудованию потребителей.

Однако необходимо учесть, что работа приемников сигналов ГНСС сильно зависит от внешней помеховой обстановки, от всевозможных индустриальных помех и работы мешающих передатчиков. Таким образом, надежность данного метода зачастую не достаточна для объектов критически важной инфраструктуры и таит в себе опасность потери синхронизации отдельных узлов или целых фрагментов сети связи.

В этой связи особое внимание следует уделить альтернативному спутниковым каналам способу доставки ЭСЧВ с помощью волоконно-оптических систем передачи [6]. Такой подход обладает рядом преимуществ, т.к. он не подвержен электромагнитным воздействиям, включая преднамеренные помехи, и не связан с особенностями размещения антенн спутниковых радионавигационных систем [7]. Основные преимущества систем передачи ЭСЧВ по ВОЛС заключаются в высокой точности, а также возможности проведения измерений в режиме реального времени, в том числе осуществления постоянного мониторинга работы системы единого точного времени (СЕТВ).

Совместное использование выделенных линий ВОЛС и спутниковых каналов обеспечит прослеживаемость формируемой шкалы когерентной сети относительно национальной шкалы времени РФ UTC (SU), позволит поддерживать ее точность в масштабе всей сети, включая периоды потери приема сигналов ГНСС, и достичь требуемых метрологических характеристик источников синхронизации частотной и временной синхронизации

Потребность высокоскоростных железнодорожных магистралей в СЕТВ приводит к необходимости перехода от тактовой (частотной) синхронизации к системе частотно-временного обеспечения, которая базируется на новых типах генераторного оборудования, а также к интеграции подсистем частотно-временной синхронизации в оборудование систем связи.

Перспективным направлением является переход от синхронных систем связи к когерентным сетям, в основе которых будет использоваться общая для сетей связи различных операторов система частотно-временного обеспечения, опирающаяся на эталонные сигналы от стандартов времени и частоты ГСВЧ.

Для современных систем частотно-временного обеспечения необходима разработка новой нормативной базы и концепции перехода к когерентным системам синхронизации, организация межведомственного взаимодействия и объединения усилий сообщества производителей оборудования синхронизации, научных и проектных организаций, операторов связи, метрологических лабораторий.

Привязка системы единого и точного времени высокоскоростных железнодорожных магистралей к национальной шкале UTC (SU) служит залогом повышения устойчивости функционирования автоматизированных систем и технологических сетей железнодорожного транспорта, обеспечения безопасности движения высокоскоростных поездов и повышения эффективности перевозочного процесса.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. АО «Скоростные магистрали»: официальный сайт. 2022. URL: http://www.hsrail.ru/

2. Обеспечение потребителей эталонными сигналами времени и частоты / С.И. Донченко, И.Ю. Блинов, А.Н. Малимон, Р.И. Балаев, О.В. Колмогоров, В.А. Воронин // Автоматика, связь, информатика. 2019. № 3. С. 12–15.

3. Шварц М.Л., Рыжков А.В. Современные тенденции развития систем сетевой синхронизации в сетях электросвязи. От плезиохронных до когерентных сетей // Системы синхронизации, формирования и обработки сигналов. 2021. № 4. С. 27–39.

4. Научно–исследовательское отделение Главный метрологический центр государственной службы времени и частоты (ГМЦ ГСВЧ (НИО–7)) // ФГУП «ВНИИФТРИ»: официальный сайт. 2020. URL: https://www.vniiftri.ru/about/departments/nauchno-issledovatelskoe-otdelenie-glavnyy-metrologicheskiy-tsentr-gosudarstvennoy-sluzhby-vremeni-i/.

5. Формирование шкал времени устройств частотно-временного обеспечения методом структурного анализа / С.Д. Петров, И.В. Чекунов, В.А. Усачев, А.Г. Топорков, В.В. Корянов // Инженерный журнал: наука и инновации. 2019. Вып. 8. С. 7.

6. Балаев Р.И. Современные требования к обеспечению сетей связи нового поколения эталонными сигналами времени и частоты //Альманах современной метрологии. 2021. № 4 (28). С. 109-114.

7. Рыжков А.В., Шварц М.Л. Пути формирования прецизионной шкалы времени национальной сети связи // T-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2020. Том 14, № 2. С. 17–24.

ЛЕБЕДИНСКИЙ
Аркадий Константинович,
Петербургский государственный университет путей сообщения, кафедра «Электрическая связь», доцент, канд. техн. наук, Санкт-Петербург, Россия

УДК 654.021
DOI: 10.34649/AT.2022.8.8.005

ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СЕРВЕРОВ В СЕТИ ИЦТС

Ключевые слова: *интегральная цифровая технологическая связь, время ожидания обслуживания вызовов, время установления соединения, производительность сервера*

Аннотация. **В статье анализируются показатели обслуживания вызовов телекоммуникационным сервером в сети Интегральной цифровой технологической связи. Показаны зависимости времени ожидания обслуживания вызовов от интенсивности потока вызовов и от производительности телекоммуникационного сервера. Рассчитаны длительности установления соединения с учетом приоритета для абонентов сети оперативно-технологической связи. Рассмотрен механизм перегрузок телекоммуникационного сервера. Приведены рекомендации по производительности телекоммуникационного сервера для сети разной емкости.**

В соответствии с концепцией обслуживание вызовов в сети Интегральной цифровой технологической связи ИЦТС [1–3] осуществляется телекоммуникационными серверами ТКС. За каждым сервером закрепляется соответствующая зона обслуживания. Причем наибольшее количество вызовов приходится на абонентов сетей ОТС и ОбТС. При этом соединения между абонентами ИЦТС устанавливаются с использованием протокола SIP.

Телекоммуникационные серверы характеризует производительность, которая оценивается количеством вызовов, обслуживаемых в течение часа. Для ее повышения требуется применение высокоскоростных микропроцессорных систем, что, однако, приводит к увеличению стоимости сервера.

На телекоммуникационном рынке представлены серверы разной производительности. Например, для системы SI3000 серверы производятся двух типов: cCS и CS. Первый из них предназначен для небольших сетей общего пользования и обслуживает до 38,7 тыс. вызовов в час, второй – для крупных сетей общего пользования и обслуживает до 150 тыс. вызовов в час при использовании платформы MEA, до 500 тыс. вызовов в час при платформе ATCA. Важно отметить, что приведенные значения производительности серверов соответствуют нормам сетей общего пользования, в которых преобладают абоненты квартирного сектора. Показатели трафика в таких сетях заметно ниже, чем в технологических сетях. Поэтому требования к производительности серверов для сети ИЦТС отличны от тех, что приняты для сетей общего пользования.

Производительность сервера влияет на такой показатель как время установления соединения между абонентами. Оно, в свою очередь, зависит от расположения абонентов в сети. При нахождении абонентов в одной зоне обслуживание выполняется одним ТКС, если в разных – соединение проходит через два и более сервера.

Время установления соединения наиболее критично для абонентов оперативно-технологической связи. Ранее, до появления ИЦТС, сети ОТС и ОбТС строились раздельно и обслуживание вызовов в них происходило независимо. В сети ИЦТС сервер обслуживает вызовы от абонентов всех сетей. Поскольку к времени установления соединения в сети ОТС предъявляются более высокие требования, возникает вопрос о том, нужно ли вводить приоритет в обслуживании вызовов? Он может быть организован за счет предусмотрения на входе сервера двух очередей: одной, приоритетной, для обслуживания вызовов от абонентов ОТС, другой – для вызовов от абонентов ОбТС.

Для ответа на этот вопрос была построена компьютерная модель, имитирующая работу сервера при обслуживании вызовов от абонентов ОбТС и ОТС с приоритетом и без приоритета. В модели было принято, что на сервер поступают вызовы от двух групп источников: от абонентов ОТС и ОбТС. К первой группе, прежде всего, относятся абоненты диспетчерских кругов. Вследствие малого числа абонентов в этой группе принят примитивный поток вызовов. Для второй группы принят простейший поток вызовов. Моделирование проводилось для зон обслуживания сети ОТС от 20 до 60 диспетчерских кругов и сети ОбТС от 250 до 4000 номеров.

При этом были использованы среднестатистические показатели: средняя длительность разговора в кругах диспетчерской связи 35 с, в сети ОбТС 90 с; интенсивность 20 выз/ч в одном круге диспетчерской связи; среднее время посылки вызова абоненту 10 с. При исследовании приоритетности рассматривался сервер, обрабатывающий один запрос по протоколу SIP в среднем за 10 мс. Кроме среднего времени ожидания обслуживания сервером $T_{ож}$, была определена доля вызовов, поставленных на ожидание $C_{ож}$.

Обслуживание вызовов без приоритета. Моделирование показало, что среднее время ожидания обслуживания $T_{ож}$ одинаково для первой и второй групп источников вызовов. Зависимость этого времени от числа диспетчерских кругов – N и интенсивности потока вызов в сети ОбТС – λ показаны на рис. 1.

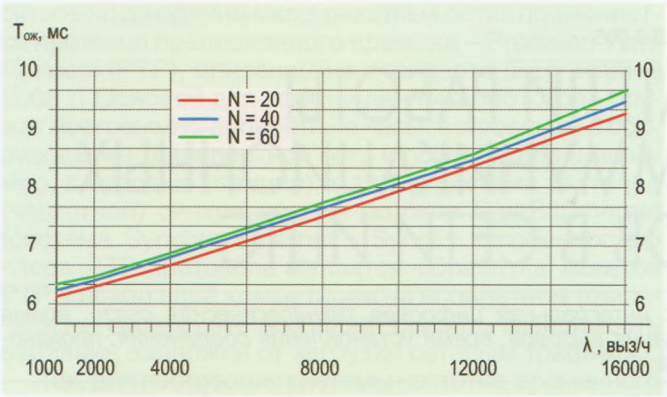


РИС. 1

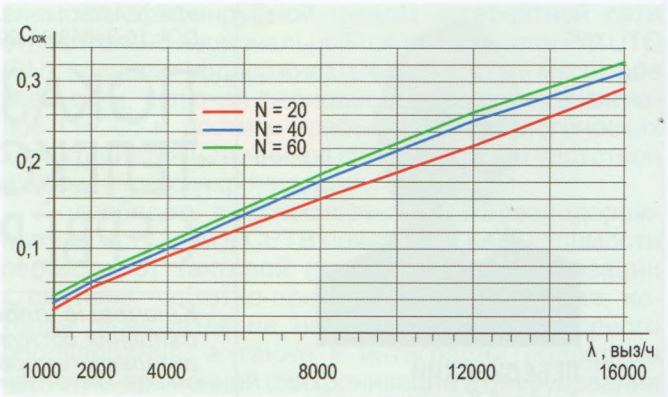


РИС. 2

Можно заметить, что время $T_{ож}$ имеет почти линейную зависимость от интенсивности λ и изменяется от 6,1 мс до 9,7 мс. Возрастание интенсивности λ до 1000 выз/ч приводит к увеличению времени ожидания на 0,24 мс, что говорит об относительно небольшой зависимости $T_{ож}$ от λ. Между временем ожидания и количеством диспетчерских кругов также наблюдается слабая зависимость. При изменении количества диспетчерских кругов от 20 до 60 время ожидания увеличивается на 0,2 мс при интенсивнсти1000 выз/ч и на 0,5 мс при 16 тыс. выз/ч.

Зависимость доли вызовов, поставленных на ожидание $C_{ож}$, от λ для 20, 40 и 60 диспетчерских кругов показана на рис. 2. Она имеет линейный характер и изменяется в пределах от 0,03 до 0,32. Причем доля вызовов, обслуживаемых без ожидания, заметно больше доли вызовов с ожиданием. Наблюдается слабая зависимость $C_{ож}$ от N. Так, при увеличении N от 20 до 60 и при интенсивности потока 16 тыс. выз/ч $C_{ож}$ возрастает только на 6 % .

Обслуживание вызовов с приоритетом. При всех значениях λ и N величина $C_{ож}$ для первой группы источников почти не менялась и в среднем составила 5,2 мс. Для второй группы величина $C_{ож}$ в зависимости от увеличения интенсивности λ увеличилась на 2–3 % по сравнению с данными при обслуживании без приоритета.

Сравнивая наибольшие значения времени соединения в одной зоне при обслуживании с приоритетом и без него (55,2 и 59,7 мс) время соединения для абонентов ОТС в системе без приоритета увеличивается только на 8 %. Следовательно, система с приоритетом имеет лишь незначительное преимущество. Такой же вывод можно сделать и при обслуживании вызовов между абонентами двух и более зон.

Определим влияние среднего времени ожидания $T_{ож}$ на время соединения T_c при обслуживании вызовов без приоритета.

Время соединения T_c исчисляется от момента нажатия вызывающим абонентом кнопки прямого вызова до приема этого вызова терминалом вызываемого абонента. Будем считать, что у абонентов установлены IP-телефоны или мультисервисные пульты. Тогда время соединения складывается из времени формирования SIP-запроса в IP-телефоне вызывающего абонента $T_з$, среднего времени ожидания обслуживания $T_{ож}$, среднего времени обработки запроса сервером T_{o1}, среднего времени обработки запроса в IP-телефоне вызываемого абонента T_{o2}, среднего времени задержки двух сообщений SIP типа Invite в сети T_{in}. При моделировании были приняты постоянными все длительности, кроме $T_{ож}$: $T_з$ = 20, T_{o1} = 10, T_{o2} = 15 и T_{in} = 5 мс.

В зависимости от числа серверов, участвующих в соединении, время соединения формируется как

$$T_c = T_з + T_{o2} + K(T_{o1} + T_{in} + T_{ож}),$$

где K – число серверов, участвующих в соединении.

При установлении соединений между абонентами внутри одной зоны, когда вызовы обслуживает только один сервер ТКС, время соединения для зон разной емкости изменяется от 56,1 до 59,7 мс, а доля времени ожидания составляет 11 и 16 % соответственно. Если абоненты находятся в двух смежных зонах, вызовы обслуживаются двумя серверами и время ожидания обслуживания $T_{ож}$ удваивается. При этом время соединения T_c находится в пределах 67,2–84,4 мс, а доля времени ожидания 18–23 %. Если соединение между абонентами проходит через три зоны и в нем участвуют три сервера, время соединения T_c находится в пределах 98,3–109,1 мс, а доля времени ожидания 19–27 %. Таким образом, с увеличением количества зон сети, через которые проходит соединение, доля времени ожидания по отношению к времени соединения также увеличивается.

Теперь определим требуемую производительность серверов ТКС в сети ИЦТС. С этой целью проанализируем, как зависит время ожидания обслуживания $T_{ож}$ и доля ожидающих вызовов $C_{ож}$ от производительности сервера ТКС для разных по емкости (небольшой, средней и крупной сетей ОТС и ОбТС). Эти сети отличаются количеством диспетчерских кругов и количеством абонентов ОбТС. Данные показатели приведены в таблице. В ней также показана интенсивность вызовов, соответствующая количеству абонентов сети ОбТС.

Зависимость времени ожидания $T_{ож}$ и доли ожидающих вызовов $C_{ож}$ от производительности сервера $П_c$ для сети ИЦТС разной емкости показана на рис. 3 и рис. 4 соответственно. Из графиков рис. 3 видно, что время ожидания мало меняется для небольшой, средней и крупной сетей при производительности сервера от 40 тыс. до 60 тыс. выз/ч и резко увеличивается при

Емкость сети ИЦТС	Количество диспетчерских кругов	Сеть ОбТС	
		Число абонентов	Интенсивность вызовов, выз/ч
Небольшая сеть	20	250	1000
Средняя сеть	40	1000	4000
Крупная сеть	60	4000	16000

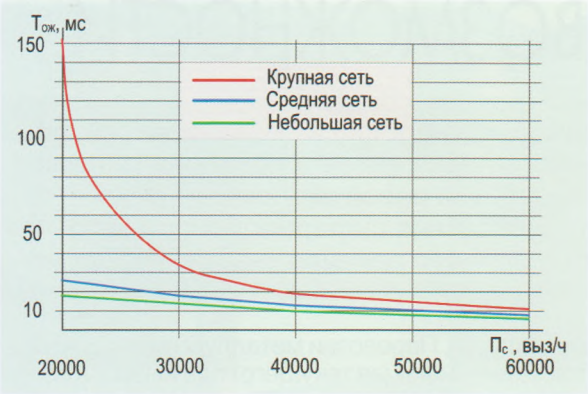


РИС. 3

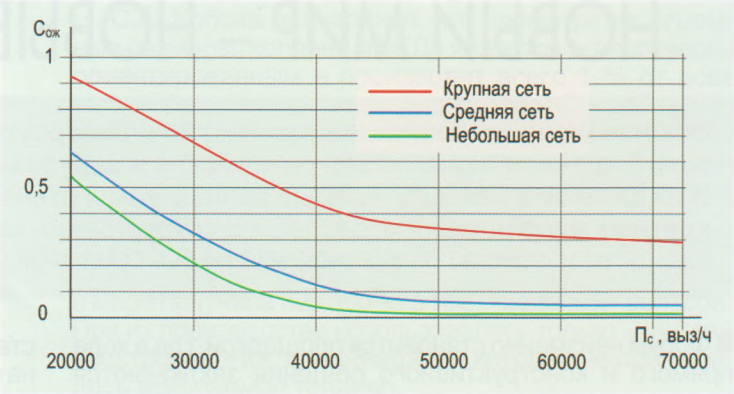


РИС. 4

производительности менее 30 тыс. выз/ч. На графике рис. 4 можно заметить участки с небольшим и существенным изменением величины $C_{ож}$. Заметное увеличение происходит в основном при производительности сервера менее 40 тыс. выз/ч.

Надо отметить, что на обслуживание вызовов сервером ТКС заметное влияние в сети ИЦТС оказывают перегрузки. Они могут быть вызваны разными причинами, в том числе возникающими в сервере ТКС. В час наибольшей нагрузки наблюдаются всплески потоков вызовов, направленных к серверам сети ИЦТС. Для борьбы с перегрузками заложен механизм ответа «503», изложенный в рекомендации RFC 3261 [4].

Суть этого механизма состоит в следующем. Если сервер обнаруживает перегрузку, то он передает в пункт источника вызова (клиенту) сообщение SIP типа «503». В протоколе SIP такое сообщение является ответом и имеет вид «503 Service Unavailable», означающее, что сервер не может в данный момент обслужить вызов вследствие перегрузки или проведения технического обслуживания. При этом сервер может указать, через какой интервал времени клиенту следует повторить запрос. Если повторная попытка не задана, клиент должен действовать так, как если бы он получил сообщение SIP типа «500» (Server Internal Error – внутренняя ошибка сервера).

Клиенту, получившему ответ «503», необходимо попытаться переслать запрос на установление соединения на резервный сервер. Такой запрос ему не следует пересылать на этот сервер в течение срока, указанного в ответе «503». Сервер может и отказаться от установления соединения без посылки ответа «503».

К сожалению, практика показала, что механизм ответа «503» имеет недостатки. Основной из них заключается в том, что этот механизм может существенно увеличивать нагрузку в сети, когда она уже и так перегружена, вызывая дальнейшее усугубление проблемы и даже создавая возможность длительного коллапса сети. Это явление возникает, когда используется больше одного сервера. При перегрузке клиент-сервер (сервер, генерирующий запрос на установление соединения) пересылает запрос на резервный сервер. Последний тоже может быть перегружен и при этом, пока он формирует ответ «503» для первого сервера, тот может сформировать еще один запрос. Таким образом, количество сообщений SIP в сети может многократно увеличиться. Исследования показали, что при передаче сообщений SIP по протоколу UDP количество запросов на установление соединений «INVITE» при перегрузке может увеличиться в 7 раз [5]. Перегрузки будут меньше, если сообщения SIP передаются по протоколу TCP.

Чтобы уменьшить вероятность возникновения перегрузок в сети ИЦТС, необходимо предусматривать запас производительности серверов ТКС. Оценим, какая требуется производительность серверов для сетей разной емкости. Будем считать, что перегрузки маловероятны, если доля ожидающих вызовов $C_{ож}$ не превышает 30 %. Используя график зависимости доли ожидающих вызовов $C_{ож}$ от производительности сервера $П_с$ (см. рис. 4), получим результаты, которые следует рассматривать как требование по минимальной производительности сервера. При этом требуемая производительность ТКС в сети ИЦТС составляет 27, 31 и 65 тыс. выз/ч соответственно для небольшой, средней и крупной сетей.

В заключение статьи можно сделать следующие выводы. Во-первых, время установления соединения между абонентами ОТС и ОбТС в сети ИЦТС меняется от 60 до 110 мс при количестве функционирующих серверов ТКС от одного до трех. Несмотря на то, что пока нет нормы на максимальное время установления соединения в сетях ОТС и ОбТС, тем не менее можно констатировать, что это время имеет достаточно малую величину.

Во-вторых, нет необходимости вводить обслуживание вызовов с приоритетом для абонентов ОТС, так как это не приведет к заметному уменьшению времени установления соединения.

В-третьих, для построения эффективной и соответствующей нормативным показателям функционирования сети ИЦТС определение требуемой производительности ТКС должно осуществляться на этапе проектирования с использованием конкретных исходных данных по емкости сети и показателям сетевого трафика.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Система технологической связи нового поколения / А.Н. Слюняев, С.В. Филиппов, И.Д. Блиндер, В.И. Баландин, М. Приятель // Автоматика, связь, информатика. 2014. № 4. С. 2–6.

2. Интегрированная цифровая система технологической связи / Д.В. Ананьев, И.Д. Блиндер, В.М. Исайчиков, А.Н. Слюняев // Автоматика, связь, информатика. 2016. № 1. С. 2–6.

3. Приятель М. Цифровизация технологической связи // Автоматика, связь, информатика. 2018. № 1. С. 35–38.

4. RFC 3261 : SIP : Session Initiation Protocol / J. Rosenberg, H. Schulzrinne, G. Camarillo, A. Johnston, J. Peterson, R. Sparks, M. Handley, E. Schooler. 2002. DOI : 10.17487/RFC3261.

5. Rosenberg J. Requirements for Management ot Overload in the Session Initiation Protocol : RFC 5390. 2008. URL: http://www.rfc-editor.org/rfc/rfc5390.txt.

НОВЫЙ МИР – НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

В конце июня состоялся юбилейный 25-й Петербургский международный экономический форум. Его участниками стали российские и зарубежные политики, ученые и предприниматели. В их фокусе внимания – самые разные темы отечественной и мировой экономики: от конкретных направлений отраслевого сотрудничества до обеспечения информационной безопасности и охраны окружающей среды. ОАО «РЖД» традиционно приняло участие в форуме.

Форум неизменно становится площадкой, где в ходе прямого и конструктивного общения заключаются взаимовыгодные долгосрочные контракты, осуществляется обмен деловым опытом.

В этом году мероприятие проходило под девизом «Новый мир – новые возможности». Участники деловой программы форума обсудили развитие экономики и трансформацию логистики в условиях новых внешних вызовов, рассмотрели перспективы импортозамещения и цифровизации в ключевых отраслях. ОАО «РЖД» представило свои взгляды на перспективы современной экономики.

На сессии «Фундамент устойчивого развития: строительство и ЖКХ как основа экономического роста» генеральный директор – председатель правления ОАО «РЖД» О.В. Белозёров рассказал о строительных проектах компании, в том числе связанных с развитием Восточного полигона и городских агломераций.

Он отметил, что в связи с санкциями у компании изменились транспортные потоки и логистика, появились новые транспортные коридоры.

По его мнению, такие железнодорожные инновационные технологии в строительстве, как новые рельсы, шумозащитные экраны, новый подвижной состав представляют совершенно другое качество городской среды и могут быть полезны по всей стране.

В ближайшем будущем в крупных городах будет осваиваться пространство над объектами железной дороги. Для этого разрабатывается «Стандарт развития вокзальных комплексов и прилегающих территорий ОАО «РЖД». Первый такой проект, вероятнее всего, будет реализован в Москве совместно с ВЭБ.РФ. Он предполагает создание пешеходной зоны над путями Белорусского вокзала.

В рамках сессии «Новые вызовы – новая логистика» заместитель генерального директора ОАО «РЖД» А.Н. Шило рассказал, что в условиях роста спроса на перевозки в восточном направлении расшивка инфраструктуры Восточного полигона приобретает еще большее значение. До конца этого года пропускная способность на Восточном полигоне будет увеличена со 144 до 158 млн тонн. Удвоится и количество тяжеловесных поездов, что также позволит нарастить объемы перевозок на восток.

Одними из тех, кто переориентировал отправки на рынки Азии, стали металлурги. Перевозки металлургических грузов на восток за пять месяцев текущего года выросли более чем на 26 % к уровню прошлого года, а в целом по сети они повысились на 3 %. Однако с учетом этой тенденции необходимо перепрофилировать портовые терминалы на Дальнем Востоке, так как сейчас большая часть их пропускной мощности приходится на уголь.

Трансформация рынка логистики также привела к росту спроса на перевозки в направлении Север – Юг. В данный момент мощностей инфраструктуры на этом направлении достаточно, тем не менее в компании есть планы по развитию пропускных способностей. Для увеличения пропускной способности погранперехода Самур (граница с Азербайджаном) до 2025 г. планируется построить дополнительную станцию аСамур-2.

На форуме обсуждалось и развитие внутреннего туризма. Спикеры сошлись во мнении, что россияне готовы отдыхать на родине при условии развития инфраструктуры. Поэтому внутренний туризм должен стать драйвером развития несырьевой экономики России. Для достижения этой цели принято решение увеличить инвестиции в строительство новых гостиниц, дорог и объектов инфраструктуры. Были названы и приоритетные направления новых железнодорожных маршрутов.

С докладом об основных направлениях цифровизации холдинга в сфере пассажирских перевозок на дискуссии «Цифровая революция персональной логистики» выступил заместитель генерального директора ОАО «РЖД» Е.И. Чаркин. Это цифровизация услуг, мультимодальные возможности, дополнительные сервисы и билетные решения для регионов.

На сессии «Фундамент устойчивого развития: строительство и ЖКХ как основа экономического роста»

Во время дискуссии «Цифровая революция персональной логистики»

В марте 2022 г. запущен сервис Travel.RZD, позволяющий забронировать отели, приобрести туры или отдельные экскурсии. Сейчас там представлено более 62 тыс. объектов по всей стране. Среднемесячная посещаемость портала составляет порядка 150 тыс. человек, и она постоянно растет. По количеству купленных через портал экскурсий лидируют Санкт-Петербург, Казань и Кисловодск.

Сервис будет регулярно пополняться новыми возможностями. Так, в скором времени планируется добавить в программу билеты в театр, информацию о культурных событиях и др.

Еще одной инновацией является билетное решение для регионов MaaS. Сегодня его пилотный проект работает в Самаре.

Сервис дает возможность в одном ресурсе приобрести билеты на всю поездку разными видами транспорта. Это позволяет повысить мобильность населения. На очереди для внедрения Казань, Нижний Новгород и Сахалин.

Первый заместитель генерального директора ОАО «РЖД» С.А. Кобзев в ходе дискуссии «Здоровый климат: каким он должен быть?» анонсировал энергетический переход на Сахалине. Там к 2024 г. появится восемь пассажирских поездов на водороде.

По его словам, в этом году компания совместно с машиностроителями планирует представить первый электро-аккумуляторный локомотив для маневровой работы. Такие локомотивы могут заменить работающие сегодня на станциях дизельные маневровые машины.

Подписание соглашений

С.А. Кобзев подчеркнул, что несмотря на огромные размеры, холдинг «РЖД» является экологически ориентированным и производит всего 1 % от всех выбросов углекислого газа в стране. Способствует этому высокий уровень электрификации железных дорог. В прошлом году общая длина электрифицированных участков выросла на 400 км, до 2024 г. этот показатель увеличится еще почти на 1 тыс. км.

Не остается без экологических новаций и инфраструктура. В конце мая этого года компания первыми в мире получила партию из 5 тыс. «зелёных» рельсов. При их производстве использовалась только «чистая» электроэнергия, для генерации которой не применялось ископаемое топливо.

На ПМЭФ ОАО «РЖД» заключило 23 соглашения и меморандума с коллегами из регионов и соседних стран.

Так, руководители российских и казахстанских железных дорог подписали меморандум о сотрудничестве, который касается развития транспортных коридоров и реализации транзитного потенциала железных дорог, согласованного развития железнодорожной инфраструктуры и транспортно-логистического комплекса, совершенствования тарифной политики, развития регулярных контейнерных сервисов, развития железнодорожных пунктов пропуска через госграницу двух стран и др.

Стороны также договорились о расширении применения безбумажной технологии при перевозках грузов и сотрудничестве в части развития железнодорожной инфраструктуры новых казахстанско-китайских погранпереходов.

В сфере технологических и цифровых платформенных решений холдинг «РЖД» заключил договора со «Сбером» и ПАО «МегаФон».

В рамках соглашения со «Сбером» продолжится взаимодействие в части цифровой платформы Platform V. «Сбер» также обеспечит доступ к венчурному онлайн-хабу технологических решений стартапов SberUnity и адаптирует платформу виртуальных аватаров Visper для использования на железнодорожных вокзалах.

Сотрудничество с ПАО «Мегафон» предусматривает продолжение развития сетей связи вдоль инфраструктуры железных дорог, а также совместную разработку, пилотирование и реализацию проектов в области интернета вещей. Решения оператора с использованием стандарта связи Nb-IoT дополнят проводимую в ОАО «РЖД» работу по внедрению технологий интернета вещей стандарта LPWAN XNB. Такие технологии позволят в режиме реального времени собирать информацию с более чем 385 тыс. объектов ОАО «РЖД», включая подвижной состав, и передавать в информационные системы компании.

Показатели с датчиков могут использоваться для предиктивной аналитики, предупреждая о необходимости замены узлов и устройств железнодорожной инфраструктуры. Технология дает возможность автоматизировать рутинные работы, которые сейчас проводятся вручную и требуют присутствия специалистов на местах.

Другие решения в области IoT дадут возможность клиентам отслеживать передвижение своего груза, существенно экономить ресурсы за счет систем интеллектуального освещения объектов инфраструктуры, в том числе железнодорожных вокзалов и платформ.

Стенд ОАО «РЖД»

Макет Павловского вокзала

Холдинг «РЖД» и VK будут совместно разрабатывать и внедрять технологические решения для развития ИТ-инфраструктуры, в том числе в областях хранения и обработки данных, развития корпоративных коммуникационных сервисов, оптимизации бизнес-процессов.

ОАО «РЖД» и МГТУ им. Н.Э. Баумана договорились о создании консорциума «Bauman GoGreen» на площадке университета. Создание консорциума позволит компании стать промышленным партнером проекта университета, реализуемого в рамках программы стратегического академического лидерства «Приоритет 2030» и направленного на минимизацию экологического следа. Соглашение о создании консорциума рассчитано на период до конца 2030 г.

С «РМ Рейл» достигнуты договоренности о создании линейки скоростных грузовых вагонов. Будет изготовлен крытый вагон для перевозки грузов на палетах и платформы для крупнотоннажных контейнеров. Обе модели будут оборудованы тележками с конструкционной скоростью 140 км/ч.

ОАО «РЖД» вместе с общественной организацией «Опора России» и Корпорацией МСП подписали план мероприятий совместных действий по поддержке малого бизнеса и среднего бизнеса.

Согласно документу, стороны будут совместно осуществлять программу «выращивания» поставщиков из числа малого и среднего бизнеса (МСП). В частности, РЖД подготовит номенклатуру товаров, необходимых компании, составит перечень МСП для участия в программе и разработает индивидуальные карты для их развития.

Заявки на «выращивание» подаются через Цифровую платформу МСП.РФ. Со стороны поставщиков уже есть заинтересованность в программе «выращивания» для железных дорог по части поставок обогревательного оборудования и крепежа.

Заключено соглашение с Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт) о взаимодействии в сфере стандартизации и метрологии на железнодорожном транспорте.

При этом планируется реализация совместных проектов по развитию корпоративной стандартизации ОАО «РЖД» и образовательных программ. Также стороны будут взаимодействовать в части интеграции их информационных систем и импортозамещения средств измерений, используемых на железнодорожном транспорте.

В рамках соглашения с Министерством промышленности и торговли РФ российские железные дороги планируют развивать новые технологии и формировать инновационные подходы к оказанию высокотехнологичной медицинской помощи с использованием «больших» медицинских данных и нейросетевых решений. После разработки и тестирования эффективных интеллектуальных медицинских систем и цифровых сервисов они будут предлагаться к внедрению в другие медицинские организации.

ОАО «РЖД» и АО «Почта России» продолжат развивать мультимодальные логистические продукты. Для этого компании до конца 2022 г. создадут совместный проектный офис. Продолжится развитие контейнерных перевозок почтовых отправлений. В мае этого года был запущен почтовый контейнерный поезд «Россия», который на постоянной основе будет курсировать по маршруту Владивосток – Москва – Владивосток.

Участники, попавшие в топ-100 форума «Сильные идеи для нового времени», презентовали потенциальным партнерам свои инициативы. В частности, камчатская инициатива по созданию региональной «Цифровой клиники» оказалась актуальна для Центра инновационного развития – филиала ОАО «РЖД» (ЦИР). В Центре рассмотрят вариант апробации проекта в региональных учреждениях компании.

Экспозиция ОАО «РЖД» на выставке форума состояла из VR-симулятора, на котором посетители могли испытать на себе рабочие будни железнодорожников; интерактивных панелей, где можно было ознакомиться с направлениями деятельности компании, а также оборудованной студии корпоративного телевидения.

Компания также представила макет Павловского вокзала, разрушенного в 1942 г. В планах компании восстановить вокзал.

На форуме была объявлена первая столица «Игр будущего» – нового турнира, который приобрел особую актуальность после отмены многих международных турниров для России. В 2024 г. Казань примет соревнования по киберспортивным, высокотехнологичным, а также игровым дисциплинам.

Несмотря на санкционные ограничения, в работе ПМЭФ приняли участие более 14 тыс. человек из 130 стран. В очередной раз форум стал востребованной площадкой для налаживания кооперационных связей, авторитетным и представительным мероприятием мирового уровня.

НАУМОВА Д.В.

УДК 656.2 + 004.942
DOI: 10.34649/AT.2022.8.8.006

ОБУЧЕНИЕ В ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ

БОЧКАРЁВ
Сергей Владимирович,
ООО «Синтез-АТ»,
технический директор,
канд. техн. наук,
Санкт-Петербург, Россия

ФЕДОРОВ
Алексей Александрович,
ООО «Синтез-АТ», технолог,
Санкт-Петербург, Россия

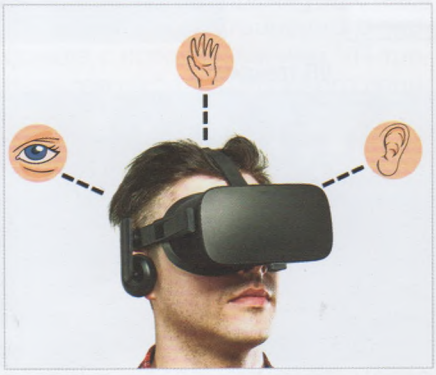
БОЧКАРЁВА
Анастасия Александровна,
ООО «Проектные системы»,
инженер, Санкт-Петербург,
Россия

Ключевые слова: *виртуальная реальность, цифровой двойник, техническая учеба*

Аннотация. **Рассмотрено применение технологии виртуальной реальности в обучении эксплуатационного персонала в ОАО «РЖД». Эти технологии облегчают и упрощают совместную работу людей вне зависимости от местоположения. В статье рассказывается о VR-тренажере. Он обеспечивает пользователю погружение в виртуальную реальность, где подвижное изображение формирует у пользователей ощущения, схожие с теми, что они получают в ходе реального перемещения.**

В настоящее время в линейных предприятиях ОАО «РЖД» для повышения и поддержания уровня компетенций эксплуатационного персонала существуют кабинеты технического учебы, оснащенные макетами устройств. Здесь эксплуатационный персонал может отработать практические навыки без привязки к реальным условиям проведения работ по техническому обслуживанию и без учета нештатных ситуаций. Недостатком существующей системы обучения является также привязка к кабинету технической учебы в дистанциях, что приводит к дополнительным временным затратам на дорогу. Отсутствие гибкости в этом вопросе исключает возможность для работников получать образование в подходящее время и в удобном месте.

Для повышения мотивации персонала к совершенствованию уровня специальных профессиональных знаний и навыков, освоению ими новых технологий и приемов выполнения работ необходимо модернизировать форму проведения технической учебы. В этом поможет использование VR-тренажеров на базе цифрового двойника инфраструктуры ОАО «РЖД».



Органы чувств, участвующие при использовании VR-шлема

Виртуальная реальность – это трехмерная виртуальная среда, предоставляющая возможность взаимодействовать с находящимися в ней объектами посредством технических средств.

Отличительной особенностью обучения при помощи виртуальной реальности является несопоставимый с классическим вариантом образования уровень вовлеченности и захвата внимания в процессе обучения [1]. Этот эффект достигается за счет использования специального шлема и контроллеров, одновременно задействующих четыре из шести видов ощущений: слуховые, зрительные, тактильные и кинестетические.

Технологии виртуальной реальности позволяют отрабатывать алгоритмы поведения персонала в нештатных ситуациях. Получение такого рода опыта является одним из главных пре-

имуществ VR-обучения в связи с отсутствием альтернативных инструментов.

Концепция обучения на базе технологии виртуальной реальности заключается в следующем. Сначала готовится сценарий обучения пользователя. Подготовка сценария обучения заключается в преобразовании технологических карт в детализированные алгоритмы действий обучаемого в соответствии с ролью и привязкой к охране труда.

Затем формируется виртуальная инфраструктура места проведения обучения. В рамках развития и тиражирования технологии цифрового двойника ОАО «РЖД» [2] виртуальная инфраструктура места проведения обучения будет базироваться на цифровых моделях физических активов.

После этого происходит формирование аудио-, видео- и тактильных подсказок, а также моделирование нештатных ситуаций в процессе выполнения технологического процесса.

Реализация концепции обучения на базе технологии виртуальной реальности позволяет погружать обучающегося в виртуальную среду без возможности переключения фокуса внимания на внешние факторы и сопровождать его по сценарию технологического процесса.

Основной целью разработки и применения VR-тренажеров является повышение квалификации и уровня знаний эксплуатационного персонала. Для пилотирования технологии виртуальной реальности по согласованию с Трансэнерго – филиалом ОАО «РЖД» была выбрана карта технологического процесса № 349/21 «Вертикальные струны и струновые зажимы контактной подвески. Замена». Сбор исходных данных для разработки VR-тренажера осуществлялся на полигоне Санкт-Петербург-Балтийской дистанции электроснабжения (в районе контактной сети станции Веймарн).

В рамках подготовки сценария обучения на полигоне были рассмотрены следующие операции [3]:

подача ответственным руководителем работ заявки на производство работ;

получение наряда-допуска на производство работ и инструктажа от лица, его выдающего;

ознакомление бригады с картой технологического процесса;

подготовка монтажных приспособлений, инструмента, материалов и проверка их комплектности, исправности и сроков годности/испытания;

следование к месту работы;

уведомление энергодиспетчера о начале работ по карте технологического процесса;

подготовка рабочего места исполнителя работ;

соблюдение требований охраны труда при производстве работ по карте технологического процесса;

выполнение работ по карте технологического процесса;

завершение работ.

Для формирования виртуальной инфраструктуры места проведения обучения использовались цифровые модели физических активов из цифрового двойника ОАО «РЖД».

При прохождении обучения в VR-тренажере основными триггерами (провоцирующими факторами), влияющими на усвоение материала, соблюдение охраны труда и правильность выполнения карты технологического процесса являются подсказки. Они могут быть голосовыми (например, озвучивание инструктажей), визуальными (подсвечивание объектов с целью захвата внимания), текстовыми (дополнение к визуальным или голосовым подсказкам), тактильными (вибрации джойстиков при совершении операций). С помощью подсказок расставляются акценты на наиболее значимых моментах, а совокупность их применения влияет на качество проведения обучения.

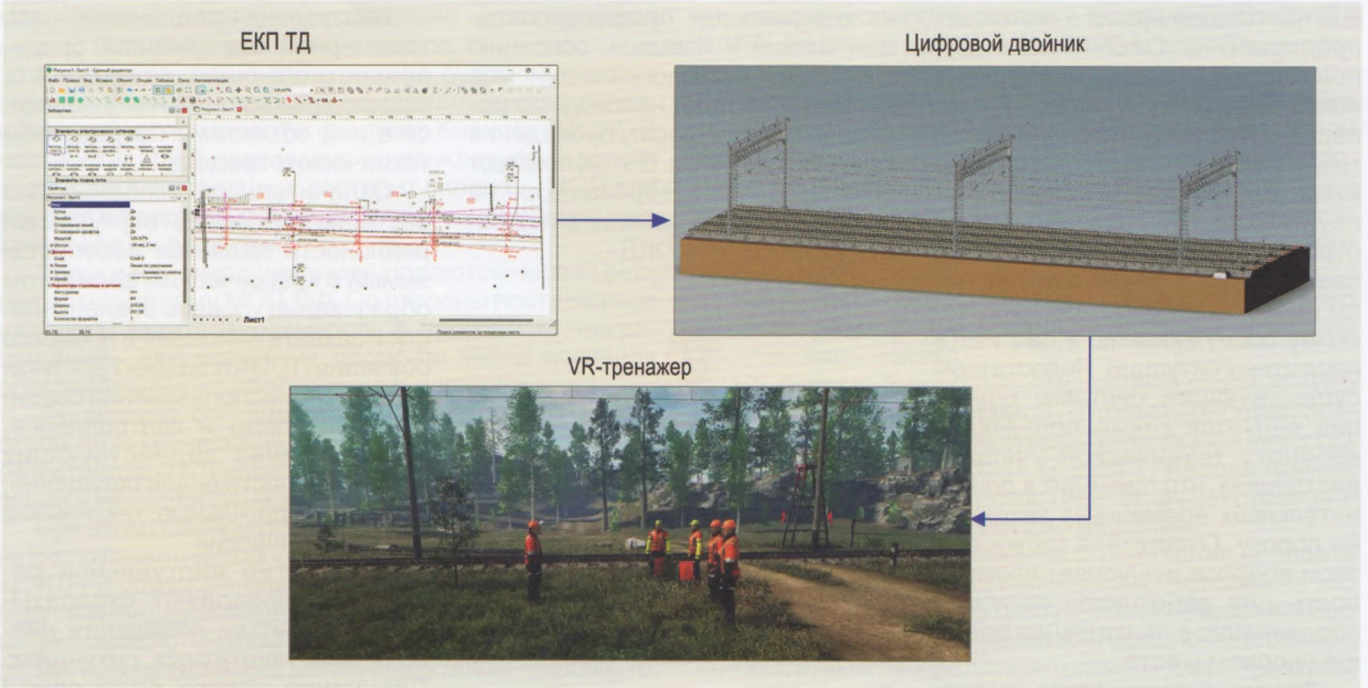
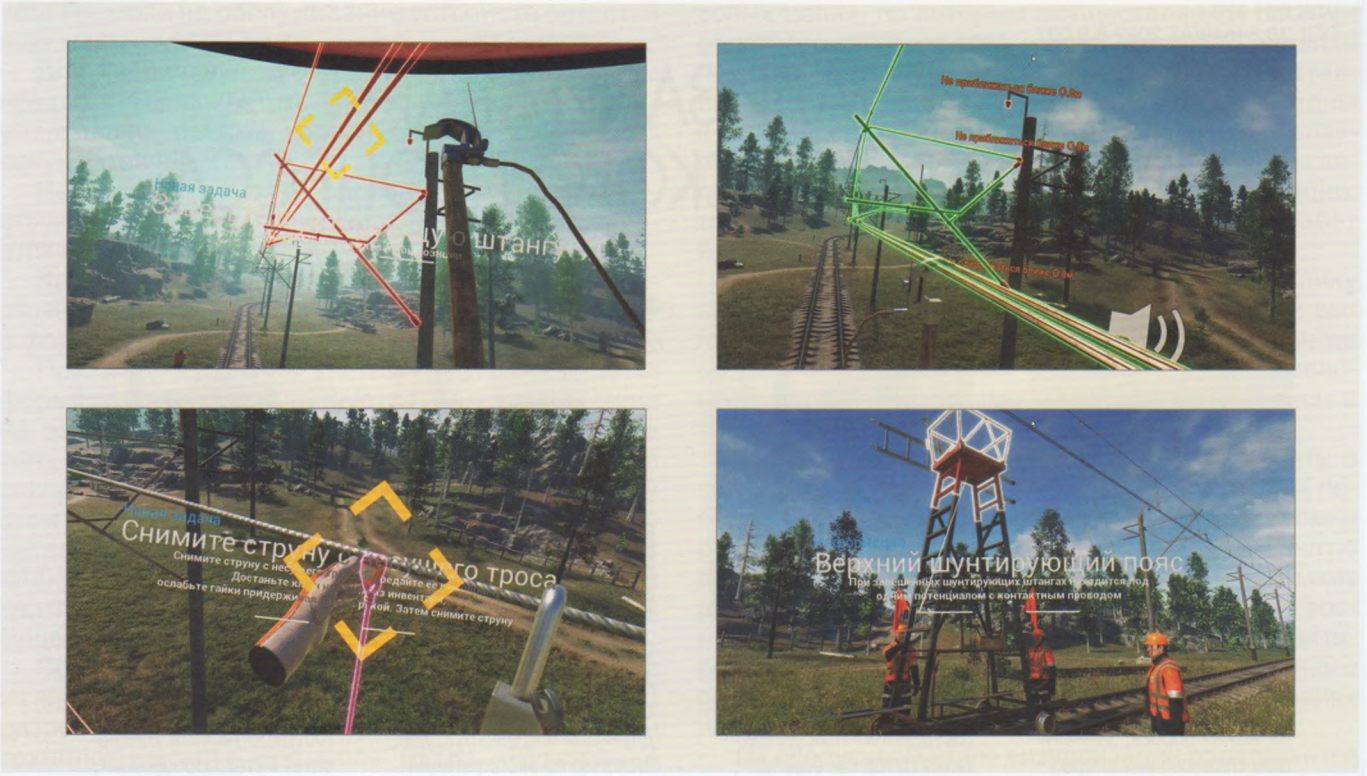


Схема формирования виртуальной инфраструктуры места проведения обучения



Подсказки в VR-тренажере

При возникновении нештатных ситуаций в процессе выполнения карты технологического процесса возникает риск нарушения правил по охране труда и последовательности действий при выполнении работ по техническому обслуживанию эксплуатационным персоналом, что может привести к производственному травматизму или нарушению безопасности и бесперебойности движения поездов.

Для отработки алгоритма действий эксплуатационного персонала в нештатных ситуациях в VR-тренажере рассматриваются следующие наиболее распространенные события: движение поезда по пути, на котором выполняются работы, нарушение связи с сигналистами и др.

Пример комплекта оборудования для виртуальной реальности VR

К основному оборудованию, которое требуется пользователю для взаимодействия с виртуальным миром, а также перехода из одной локации в другую со сменой задач, местом действия, окружающей среды и рабочих инструментов относятся шлем виртуальной реальности; контроллеры; базовые станции; беспроводной адаптер для шлема виртуальной реальности; системный блок; монитор; клавиатура; компьютерная мышь и сетевой фильтр.

К основным преимуществам обучения эксплуатационного персонала с использованием VR-тренажеров на базе цифрового двойника инфраструктуры ОАО «РЖД» можно отнести:

гибкость, которая позволяет работникам получать образование в удобном месте, где есть доступ к сети передачи данных (СПД) ОАО «РЖД»;

дальнодействие, благодаря чему можно обучаться на расстоянии независимо от места работы;

экономичность за счет сокращения расходов на дальние поездки к месту занятий;

адаптивность, то есть молодые специалисты вузов по целевому направлению приобретают навыки обслуживания устройств и систем, эксплуатируемых на их (будущем) месте работы;

предоставление образовательного материала за счет формирования и актуализации базы знаний и увязки с обучающими системами;

проведение практических занятий;

контроль получения знаний за счет выполнения теоретических и практических заданий;

моделирование работы инфраструктуры и оценка влияния изменений на его работу.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Уваров А.Ю. Технологии виртуальной реальности в образовании // Наука и школа. 2018. №4. С. 108–117.

2. Преимущества технологии цифрового двойника инфраструктуры / С.С. Юханов, Д.В. Зуев, С.В. Бочкарёв, А.А. Федоров // Автоматика, связь, информатика. 2021. № 4. С. 18–21.

3. Карта технологического процесса : № 349/21 : Вертикальные струны и струновые зажимы контактной подвески. Замена : распоряжение Трансэнерго от 30 июля 2021 года NТЭ-106/р.

УДК 004.923
DOI: 10.34649/AT.2022.8.8.007

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ КАРТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

МАЗИЛКИН
Владимир Сергеевич,
ОАО «РЖД», Куйбышевская железная дорога, заместитель главного инженера, г. Самара, Россия

ИСАЙЧЕВА
Алевтина Геннадьевна,
ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения», кафедра «Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте», доцент, канд.техн. наук, г. Самара, Россия

СУТОРМА
Александр Антонович,
ОАО «РЖД», Куйбышевская дирекция инфраструктуры, инженер по эксплуатации технических средств, г. Самара, Россия

БАШАРКИН
Максим Викторович,
ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения», кафедра«Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте», аспирант, г. Самара, Россия

Ключевые слова: *визуализация, 3D-моделирование, карты технологического процесса, технология обслуживания устройств СЦБ*

Аннотация. **Предложено визуализировать информацию, которая содержится в картах технологического процесса обслуживания устройств железнодорожной автоматики (ТК). Представлен способ трансформации ТК в формат одного листа, описаны его основные особенности. Рассмотрена возможность применения визуализированных карт технологического процесса, прототип одной из которых разработан на кафедре «Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте» СамГУПС.**

Повышение производительности труда является одной из важнейших стратегических задач холдинга «Российские железные дороги» [1]. Долгосрочной программой развития ОАО «РЖД» до 2025 г. запланировано ежегодное повышение производительности труда не менее чем на 5 % [2]. Для этого следует проводить работу в трех направлениях: экономическом, социальном и организационном [3]. При этом если деятельность в первом и втором направлениях зависит в основном от проводимых компанией мероприятий, то организационный фактор обусловлен уровнем компетенций и личностных качеств сотрудников.

Со временем в компании неизбежно происходит естественная ротация кадров и включение в производственную деятельность работников «поколения Z», большинство которых визуалы. Такие люди лучше всего запоминают зрительные образы. По этой причине на освоение нормативно-технической документации персонал тратит больше времени, а качество воспринятой информации остается на низком уровне [4].

При этом на производстве постоянно внедряются новые технологии и оборудование, которые сопровождаются громоздкими инструкциями и руководствами.

В начале рабочего дня эксплуатационный персонал, обслуживающий устройства СЦБ, проходит тестирование в системе дистанционного обучения ОАО «РЖД». Перед началом работ электромеханики прослушивают целевой инструктаж по охране труда, а также повторяют ТК. В итоге время на работы графика технического обслуживания устройств СЦБ уменьшается и, как следствие, снижается качество их выполнения. Кроме этого, персонал отвлекается на устранение отказов, из-за

чего времени на обслуживание устройств остается еще меньше.

Для увеличения времени фактической работы предлагается сократить время изучения ТК путем уменьшения объема нормативных и технических документов [5].

Например, возможен вариант, при котором инструкция с основной информацией из ТК размещается на листе формата А4.

Карта технологического процесса «Проверка состояния наземных кабельных муфт со вскрытием» в формате «одного листа» представлена на рис. 1.

При использовании ТК, выполненной в таком формате, работнику требуется меньше времени на ознакомление с предстоящей работой. Кроме того, подобный наглядный материал удобен для восприятия современными работниками. Однако в этом случае фотографии получаются недостаточно детализированными, что затрудняет восприятие информации, содержащейся в технологической карте. Следует также отметить, что по сравнению с существующими эти ТК менее информативны.

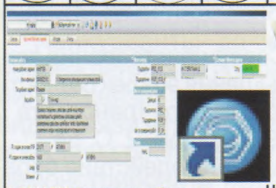
Сотрудники кафедры «Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте» СамГУПС разработали прототип визуализированной карты технологического процесса (ВТК) «Измерение асимметрии тягового тока в двухниточных рельсовых цепях, по которым осуществляется пропуск обратного тягового тока и предусмотрено задание поездных маршрутов» [6, 7]. Ее фрагмент представлен на рис. 2. Восемь страниц текста переработаны в алгоритм выполнения работы, дополненный визуальным материалом. Особенностью этой карты является сохранение всей необходимой информации, требуемой для выполнения в полном объеме работ технологического процесса.

Преимущество ВТК в том, что электромеханику не требуется заранее знакомиться с порядком выполнения предстоящей работы. Появляется также возможность сравнения параметров обслуживаемого объекта с данными модели, отображенной в технологической карте.

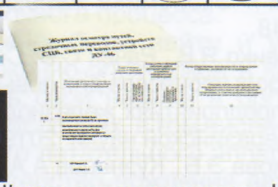
Разработку модели предлагается выполнять в специализированных средах 3D-моделирования, поскольку создание инструкций на основе фотосъемки реальных объектов не позволяет получить точную детализацию процесса, что важно для трудоемких работ. В качестве специализированных сред возможно применение систем трехмерного проектирования, например SolidWorks или отечественного продукта КОМПАС-3D, что актуально в условиях импортозамещения.

На следующем этапе визуализации предлагается перейти к анимированным технологических картам

	Инструкция ОАО "РЖД" N ЦШ-530-11 (ред. от 14.12.2020) **"Инструкция по обеспечению безопасности движения поездов при технической эксплуатации устройств и систем СЦБ"** **(утв. Распоряжением ОАО "РЖД" от 20.09.2011 N 2055р)**	
Карта технологического процесса	**Проверка внутреннего состояния, чистка и смазывания подвижных узлов электропривода**	
Время выполнения	**Электропривод СП-6 - 16,2 мин.**	
Средства индивидуальной защиты	**Инструменты и материалы**	**Состав исполнителей** **Электромеханик** / **Электромонтер 5-го разряда**



1. В ЕК АСУИ сформировано рабочее задание на выполнения работ



2. Работа выполняется в свободное от движения поездов время с оформлением записи в Журнале осмотра ДУ-46. Время проверки электропривода согласовывается с ДСП (ДНЦ).

3. "Правила по охране труда при техническом обслуживании и ремонте устройств СЦБ в ОАО "РЖД" , "Инструкция по охране труда для электромеханика и электромонтера устройств СЦБ в ОАО "РЖД"

4. Находясь на месте работ, запросить ДСП время на выполнения работ.

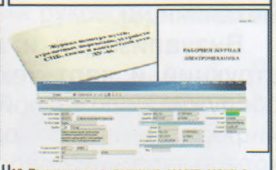
5. До начала работ по внутренней чистке электропривода необходимо выключить курбельный контакт электропривода

6. Должны соблюдаться зазоры:
Между зубом ножевого рычага автоперключателя и скосом вырева контрольной линейки от 1 до 3 мм;
В уравнительной муфте - 0,5 до 1,2 мм;
Между контактным ножом автоперключателя и изолирующей колодкой при крайних положениях ножа не менее 1,5 мм

7. Выполнить проверку состояния крепления внутренних частей, в том числе уплотнений, целостность деталей и узлов. Проверить плотность крепления монтажных проводов.

8. Очистить и смазать внутренние части электропривода.

9. Выполнить регулировку контактов автопереключателя. Проверить работу электропривода, в том числе блокировочной заслонки.



10. По окончании выполнения сделать запись в Журнале осмотра ДУ-46 и в Журнал формы ШУ-2, а также отметку в ЕК АСУИ о выполнении работ.

Уровень опасности	Качество	Экология	Охрана труда	Дополнительные указания по процессу
ВНИМАНИЕ!	К			

Причастные работники	Изменения в процессе
ШН, ШЦМ	
ДСП (ДНЦ)	

РИС. 1

ВИЗУАЛИЗИРОВАННАЯ КАРТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

«Измерение асимметрии тягового тока в двухниточных рельсовых цепях, по которым осуществляется пропуск обратного тягового тока и предусмотрено задание поездных маршрутов»

Шаг 1: Снять защитные заглушки с соединителей «К1» и «К2» прибора и подключить к каждому соединительный кабель соответствующих измерительных клещей «1» и «2» (рисунок 1).

Рисунок 1 – Шаг 1

Шаг 2: При использовании прибора ИПС-01/1, не подключая клещи к дроссельной перемычке, включить прибор нажатием кнопки «0», расположенной на рукоятке (рисунок 2).

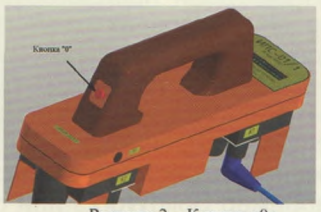


Рисунок 2 – Кнопка «0»

– через несколько секунд должно открыться окно IK.2, содержащее сообщение о выполнении операции обнуления (рисунок 3).

Рисунок 3 – Дисплей IK.2

Шаг 3: Подключить клещи к перемычкам дроссель-трансформатора (обхватить клещами перемычки так, чтобы каждая перемычка проходила через центр рабочей области губок) (рисунок 4).

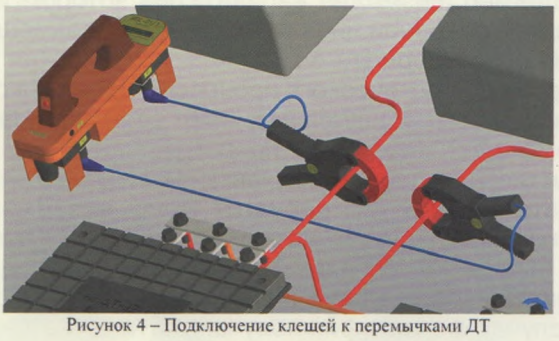


Рисунок 4 – Подключение клещей к перемычками ДТ

Шаг 4: нажать кнопку «ИЗМ». Через несколько секунд должно открыться окно, содержащее результат измерения тока и коэффициента асимметрии, а также сообщение о соотношении токов в рельсовых нитях (рисунок 7). S2000(200) – фактическое значение тока, 100(10.0)А – значение тока асимметрии, 5.0 %ТОК– процентное соотношение тока асимметрии.

Рисунок 5 – Результаты измерений

Шаг 5: отключить клещи от дроссельных перемычек, кабели клещей от соединителей прибора.

РИС. 2

(АТК), основу которых составляют GIF-анимации и короткие видеоролики на базе созданных моделей устройств. Базу АТК, адаптированных с точки зрения объема видеофайла, можно разместить в смартфоне, который используется в качестве платформы для АРМ-ШН. Кроме того, эту базу можно применять в процессе обучения с применением VR-технологий, что соответствует концепции цифровой трансформации, проводимой в хозяйстве автоматики и телемеханики [8].

Визуализация и анимация действующих инструкций и карт технологического процесса по обслуживанию устройств СЦБ позволят обеспечить информационную поддержку электромеханика в ходе выполнения работ, а также повысить производительность труда.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Стратегия развития холдинга «РЖД» на период до 2030 года : утв. советом директоров ОАО «РЖД» (протокол № 19 от 23 декабря 2013 г.). URL: company.rzd.ru/ru/9353/.

2. Утверждена Распоряжением Правительства Российской Федерации от 19 марта 2019 года № 466-р Долгосрочная программа развития открытого акционерного общества «Российские железные дороги» до 2025 года // Экономика железных дорог. 2019. № 8. С. 104–148.

3. Хоменко Я.В., Рачек С.В. Совершенствование технологических процессов для повышения эффективности труда на предприятиях железнодорожного транспорта // Вестник евразийской науки. 2019. Т. 11, №. 2. С. 54.

4. Авакова Э.Б., Кузнецов А.А. Взаимодействие образовательных учреждений и организаций-работодателей в условиях цифровизации // Телескоп: журнал социологических и маркетинговых исследований. 2021. № 1. С. 82–88.

5. Шарко А.В. Автоматизация организации работ повысит эффективность // Автоматика, связь, информатика. 2022. № 2. С. 34–38.

6. Суторма А.А., Исайчева А.Г., Башаркин М.В. Реализация подхода визуализации нормативно-технической документации // Перспективные информационные технологии (ПИТ 2021) : труды Международной научно-технической конференции. Самара: Самарский научный центр РАН, 2021. С. 522–524.

7. Разработка системы визуализации карт технологических процессов для повышения производительности труда оперативно-ремонтного персонала дистанций инфраструктуры / К.А. Павлов, А.В. Шарко, А.Г. Исайчева, А.А. Суторма // Наука и образование транспорту. 2021. № 1. С. 304–306.

8. Поменков Д. М. Цифровая трансформация хозяйства автоматики и телемеханики / Д. М. Поменков // Автоматика, связь, информатика. – 2019. – № 4. – С. 12–14.

КОРЧАГИН
Игорь Юрьевич,
ОАО «РЖД», Центральная станция связи, Новосибирская дирекция связи, первый заместитель начальника, г. Новосибирск, Россия

СОРЕВНОВАНИЯ ПО ПРОФЕССИОНАЛЬНОМУ МАСТЕРСТВУ

В начале июля в Новосибирске завершился четвертый региональный этап отборочного тура Чемпионата по профессиональному мастерству WorldSkills – RZDSkills. Звание мастеров своего дела на территории Западно-Сибирского учебного центра профессиональных квалификаций отстаивали старшие электромеханики, электромеханики и водители автотранспорта Новосибирской, Екатеринбургской, Челябинской и Нижегородской дирекций связи.

Корпоративный чемпионат RZDSkills – это возможность для специалиста пробовать свои силы в решении интересной производственной задачи и заявить о себе как о профессионале. Формат мероприятия позволяет объективно оценить навыки и определить лучших работников.

Результаты соревнований оценивались группой независимых экспертов, каждый из которых является профессионалом в своей компетенции, под общим руководством менеджера компетенций – заместителя начальника Центральной станции связи по управлению персоналом и социальным вопросам Д.О. Мельникова. При выставлении оценок учитывалось также соблюдение ПТЭ, правил и инструкций по охране труда, пожарной и электробезопасности.

Программа соревнований состояла только из практических заданий. Они включали в себя индивидуальную работу и командное взаимодействие старшего электромеханика, электромеханика и водителей между собой, с диспетчерским аппаратом и участниками перевозочного процесса.

Конкурсанты должны были найти и устранить повреждения на волоконно-оптической и кабельной линии связи, показать свои навыки в организации видеосвязи в полевых условиях, в том числе с использованием беспилотного летательного аппарата, продемонстрировать мастерство вождения автомобиля и умение в оказании первой помощи пострадавшему.

Торжественное открытие чемпионата проходило в актовом зале Новосибирской дирекции связи. С приветственным словом к участникам обратился начальник Западно-Сибирской железной дороги А.В. Грицай. Руководитель магистрали отметил важность проводимого мероприятия и обширную географию ее участников, пожелал всем хороших результатов.

Старт чемпионату дал начальник Центральной станции связи ОАО «РЖД» В.Э. Вохмянин. В своем выступлении он обратил внимание на то, что режим онлайн, ставший привычным в последние два года, не может заменить личное общение связистов и их участие в профессиональных соревнованиях, выразил уверенность, что состоится острая борьба команд за право быть лучшей, пожелал участникам успехов, удачи, новых свершений в труде.

Организаторам и хозяевам площадки удалось приготовить немало сюрпризов для конкурсантов. Вместе с этим, они предусмотрели и задачи, с которыми работники нередко сталкиваются в обычной жизни, а значит, перед конкурсом могли потренироваться, чтобы провести соревнования на самом высоком уровне и показать хорошие результаты.

В первый день по результатам жеребьевки участников разделили на две группы. Первая показывала свои супернавыки в организации связи с местом аварийно-восстановительных работ, развертывании мобильного комплекса видеоконференцсвязи, передаче видеосигнала и видеоизображения с места производства работ в штаб дороги, в том числе с помощью беспилотного воздушного судна. Расстановкой членов команды на выполнение конкретных заданий руководил старший

Передача видеоизображения с места производства работ

Устранение повреждения на медножильном кабеле

Устранение повреждения на волоконно-оптическом кабеле

Организаторы и участники соревнования

электромеханик – многое зависело от его правильного распределения ролей в команде.

Вторая группа демонстрировала умение в отыскании и устранении повреждений на кабельных медножильных линиях связи. Задание заключалось в определении глубины прокладки кабеля и места его повреждения с последующим восстановлением посредством монтажа муфты. Необходимо было не только подтвердить правильность выполнения восстановительных работ путем измерения всех жил и составления протоколов измерений, но и установить канал связи через два оконечны модема на восстановленной линии связи.

Эксперты сравнивали действия конкурсантов с шаблоном, проверяли правильность пайки, отсутствие коротких замыканий, правильность составления картограмм и протоколов измерений. Затем команды обменялись площадками.

Во второй день четыре команды одновременно участвовали в конкурсе по отысканию и устранению повреждения на волоконно-оптическом кабеле.

Между ними был распределен участок волоконно-оптической линии связи, оконченной оптическими кроссами на станциях А и Б. На опорах контактной сети были размещены оптические муфты с компенсирующим запасом кабеля, в которые внесли повреждения.

Сложности для участников начались буквально с первых минут: конкурсный полигон был организован таким образом, что визуально проследить положение кабеля от кросса до муфты не представлялось возможным. А поскольку муфты находились на достаточно близком расстоянии друг от друга, ответственность на измерителях была повышенная. Стоит отметить, что все работы выполнялись в соответствии с нормативными документами по охране труда, подъем на опоры и спуск, крепление муфты и запаса волоконо-оптического кабеля производили работники хозяйства энергообеспечения.

В упорной борьбе команда Новосибирской дирекции связи одержала победу на региональном этапе чемпионата и обеспечила себе выход в финал корпоративного чемпионата по профессиональному мастерству, который состоится в Екатеринбурге. Второе место заняли нижегородские связисты, третье – коллеги из Екатеринбургской дирекции. Участники соревнований отметили хорошую подготовку мероприятия и поблагодарили организаторов и хозяев площадки за высокий уровень проведения регионального этапа чемпионата.

С ПОСТАВЛЕННЫМИ ЗАДАЧАМИ СПРАВЛЯЮТСЯ

Бесперебойность и надежность перевозочного процесса во многом зависит от устойчивой работы устройств связи, обслуживанием которых занимаются профессионалы в своем деле – работники ремонтно-восстановительных бригад. На станции Абакан Красноярской железной дороги, столице республики Хакасия, базируется бригада связистов Красноярской дирекции связи под руководством старшего электромеханика Дениса Викторовича Лемайкина. По итогам соревнований трудовых коллективов ОАО «РЖД» в 2021 г. бригада вошла в число победителей.

В зону ответственности бригады входят участки Ташеба – Уйтак, Ташеба – Оросительный, Ташеба – Черногорские Копи, Оросительный – Тигей, общей протяженностью 100 км. Работники обслуживают современные мультиплексоры первичной сети ECI Telecom BG-20, маршрутизаторы Cisco 3400/Cisco ASR 920, оборудование отечественного производителя (оперативно-технологическая связь на базе СМК-30 КС, сети доступа на базе СМК-30 MUX). Общетехнологическая сеть на вверенном участке выстроена на новейших разработках фирмы Eltex марки TAU, используются системы электропитания miniPack, FlatPack, Штиль.

Коллектив бригады достаточной молодой. Самый опытный наставник – старший электромеханик Денис Викторович, выпускник Красноярского техникума железнодорожного транспорта и Омского университета путей сообщения. Его стаж на железнодорожном транспорте составляет более 16 лет.

Впервые Д.В. Лемайкин трудоустроился на дорогу в 2005 г. на должность электромонтера Аскизской дистанции сигнализации и связи. На протяжении 9 лет он руководит бригадой. Рациональное планирование и распределение работ позволяет ему эффективно организовывать технологический процесс, выполнять как плановые задачи, так и решать непредвиденные вопросы. Бригадир пользуется заслуженным уважением и авторитетом, к каждому сотруднику находит подход, является наставником и примером для молодых работников. В копилке его наград имеются почетная

Коллектив бригады (*справа налево*): П.В. Солдатов, В.Ю. Чистогашев, Р.А. Ефимов, А.В. Синенко, Д.В. Лемайкин, Р.А. Мамышев, Р.М. Асланов, И.Ф. Уланова

Выполнение графика технологического процесса

Работа с подрядчиками

грамота начальника Красноярской железной дороги и благодарность начальника Центральной станции связи.

Ремонтно-восстановительная бригада состоит из квалифицированных электромехаников: П.В. Солдатова, В.Ю. Чистогашева, Р.А. Ефимова, Р.А. Мамышева, Р.М. Асланова и И.Ф. Улановой – единственной женщины в бригаде. В 2020 г. в коллектив принят целеустремленный и энергичный выпускник Омского государственного университета путей сообщения А.В. Синенко.

Для обеспечения качественной и бесперебойной работы современного оборудования требуются новые знания и навыки, поэтому в бригаде большое внимание уделяется повышению квалификации и проведению технической учебы. Все сотрудники охотно улучшают свое профессиональное мастерство и теоретический уровень знаний.

Работники бригады принимают активное участие в рационализаторской деятельности. Отдельно хотелось бы отметить электромеханика Р.А. Ефимова, который за последние два года выступил автором пяти рационализаторских предложений, направленных на информирование работников, предотвращение актов вандализма, повышение надежности работы устройств связи.

Одно из них «Изготовление шин заземления из соединителей аккумуляторных батарей». Он предложил при эксплуатации и замене аккумуляторных батарей использовать соединители АКБ изготовленные из луженной меди, находящиеся в запасе. Из таких соединителей можно изготовить шину заземления для небольшого числа абонентов. Например, заземление пультов у ДСП или оборудования телекоммуникационных шкафов. Кроме того, изобретение удобно в использовании, долговечно и не требует финансовых затрат.

Справляться с поставленными задачами на отлично, а также обеспечивать бесперебойное состояние оперативно-технологической связи электромеханикам помогает четкое выполнение работ в соответствии с графиком технологического процесса и технологическими картами. Благодаря слаженным действиям последние три года на участке отсутствуют замечания по результатам проверок вагона-лаборатории и отказы технических средств первой и второй категории, выросла производительность труда.

Бригада обеспечивает безопасность движения поездов, не допускает случаев производственного травматизма, нарушения трудовой и технологической дисциплины. На протяжении нескольких лет также не было нарушений требований охраны труда и пожарной безопасности.

Стоит отметить, что в 2020 г. бригада под руководством Д.В. Лемайкина стала одной из первых, которая организовала работу общетехнологической телефонной связи на вновь введенном оборудовании TAU Eltex, что позволило улучшить качество и надежность связи на закрепленном участке.

Кроме того, проведена реконструкция станций Черногорские Копи, Ташеба, Тигей. При этом оптимизировано использование источников электропитания и упорядочено расположение оборудования в телекоммуникационных шкафах.

По итогам 2021 г. бригада признана победителем в соревнованиях трудовых коллективов ОАО «РЖД».

Впереди связистов ждет строительство вторых путей на участке от Междуреченска до Абакана, что позволит модернизировать оборудование и провести строительство новых кабельных линий связи. Планируемые мероприятия значительно повысят надежность работы устройств связи.

Можно с полной уверенностью сказать, что наши связисты при поддержке коллег и руководителей без проблем справятся и с этими поставленными задачами. Впереди каждого из них ждут новые свершения и профессиональный рост.

Материал подготовила КУЗНЕЦОВА Е.А.,
эксперт отдела управления персоналом
Красноярской дирекции связи

Реклама

ЮГПА

С ДНЁМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНИКА!

Счастья, успехов в труде,
уверенности в завтрашнем дне!

Коллектив ООО «НПП «ЮГПРОМАВТОМАТИЗАЦИЯ»

РОССИЯ ИЗ ОКНА ПОЕЗДА

В ОАО «РЖД» активно разрабатываются новые комфортные маршруты для путешественников, использующие поезда в качестве «отелей на колесах». Мы продолжаем знакомить наших читателей с разнообразием маршрутов поездов внутреннего туризма. В этой статье речь пойдет о путешествии в Поволжье.

Одним из самых больших регионов Российской Федерации является Поволжье. По его территории протекает одна из крупнейших рек страны – Волга, которая за последнее столетие обзавелась целым каскадом гидроэлектростанций. Поволжье расположено в европейской части России. Оно протянулось в южном направлении почти на полторы тысячи километров.

Это крупнейший сельскохозяйственный район страны. Здесь множество рекреационных ресурсов, отдых в этих местах всегда был популярен. Это обусловлено благоприятностью климата, а также большим количеством памятников культуры и достопримечательностей.

«ЗОЛОТАЯ ХОХЛОМА»

Нижний Новгород – Семенов

В июне на Горьковской дороге состоялся первый ретро-тур в город Семенов, считающийся родиной старинного русского народного промысла – хохломской росписи.

Организатором нового маршрута стала Волго-Вятская пригородная пассажирская компания. Раньше с экскурсиями в Семенов можно было добраться только на автобусах.

В пути подвижной состав на паровозной тяге находится чуть больше часа. За это время пассажиры могут прослушать аудиоэкскурсию, посвященную художественным промыслам Нижегородской области.

Хохломская роспись является визитной карточкой не только Нижегородской области. Это один из брендов страны, который известен далеко за пределами России. Когда-то эта техника использовалась для отделки посуды, которая поставлялась исключительно в царские и императорские столовые. После презентации изделий на Парижской выставке в 1889 г. продукцию начали делать и на экспорт. Технология действительно уникальная и сложная. Чтобы приобрести характерный золоченый цвет, изделия проходят пять этапов обработки.

Семенов отличается довольно интересным строением, за что получил второе название – маленький Париж. План поселения утвердила лично Екатерина II. Это должен был быть огромный квадрат, состоявший из 16 меньших квадратов. Две линии улиц располагались по диагонали, а на их пересечении – центральная площадь. Отчасти это строение сохранилось и сегодня.

Гости города могут отправиться на фабрику «Хохломская роспись», где им покажут процесс изготовления традиционных изделий и проведут мастер-класс по раскрашиванию матрешек.

НИЖНИЙ НОВГОРОД – САРТАКОВО

Еще один ретро-тур был предложен пассажирам в мае 2022 г. Он посвящен военному времени и Дню Победы.

Четыре прицепных вагона следовали за антуражным, старинным паровозом. В вагонах работали экскурсоводы-реконструкторы, рассказывающие о героях-нижегородцах, проводилась викторина на знание истории. Все желающие могли ознакомиться с макетами легендарных советских и российских боеприпасов.

Первое упоминание о селе Сартаково относится к 1619 г. Несколько веков оно принадлежало дворянской семье. В их усадьбе находились дом, парк, храм и святой источник. В советские годы имение было запущено и разрушено. В 2003 г. был восстановлен святой источник, позже отстроена церковь. В 2010 г. открылся музейно-выставочный центр «Березополье». В нем представлены более пяти тысяч изделий народных промыслов и ремесел из регионов России и других стран.

Ежегодно в Сартаково проходят фестивали «Владимирские колокола» (конкурс звонарей) и «Хрустальный ключ» (международный фестиваль фольклорного искусства).

«К МОРОЗКО, В ВАРНАВИН-ГРАД»

Нижний Новгород – Варнавино

В зимние каникулы для детей организуется однодневное путешествие в Поветлужье на туристическом поезде «К Морозко, в Варнавин-град». Туристы могут поучаствовать в зимних играх и мастер-классах в рождественских мастерских.

«Морозко-град» открылся в рабочем поселке Варнавино в 2019 г. благодаря поддержке Фонда президентских грантов. Проект стал важным инструментом для развития туристической привлекательности района.

«ВЛЮБИТЬСЯ В НИЖНИЙ»

Дзержинск – Нижний Новгород

Для пассажиров этого туристического поезда предусмотрена остановка в музее «Паровозы России», где на открытой площадке экспонируются 32 единицы натурной техники узкой и нормальной колеи конца XIX – первой половины XX века, а также экскурсионная программа в Нижнем Новгороде.

Нижний Новгород – один из древнейших городов России, город контрастов, где старые купеческие улочки соседствуют с современными высотками.

Сердцем города является Нижегородский кремль, расположенный на высоком берегу Волги. Благодаря своему расположению кремль ни разу не был захвачен врагами. Кирпичные стены толщиной в пять метров соединили 13 мощных боевых башен, а вокруг был вырыт глубокий ров. К тому же это единственная крепость в России, по стенам которой можно пройти, не заходя в башни.

В музее «Паровозы России»

Нижегородская стрелка – место слияния Оки и Волги. Это визитная карточка города. Раньше здесь располагался речной порт, к нему со всех концов страны и из-за рубежа стекались товарные суда на ярмарку.

Ярмарку в Нижнем Новгороде нескромно называли «восьмым чудом света». Ежегодно здесь проходили крупнейшие торги Российской империи, на которые съезжались купцы из разных стран. С 1991 г. ярмарка развивается как выставочный комплекс.

Есть в Нижнем Новгороде и канатная дорога, внесенная в «Книгу рекордов Европы» как канатная дорога с самым длинным пролетом над водой (861 м).

«ЧАЕПИТИЕ С КЛАССИКОМ»

Нижний Новгород – Моховые горы

■ Для тех, кто любит путешествия на поезде и театр организован специальный туристический поезд, позволяющий совместить оба увлечения. Пассажиры поезда получат ретро-билеты для посадки, а контролеры «пробьют» дату путешествия старинным компостером.

Моховые горы – природные дюны, рядом с которыми находится дачный поселок, особенно популярный в 19 веке у нижегородской интеллигенции. Здесь любили отдыхать Максим Горький и Федор Шаляпин.

Организаторы экскурсии предлагают туристам окунуться в прошлое и провести вечернее чаепитие в компании знаменитых певца и писателя.

Во время театрального представления «История одного вечера» туристы услышат диалог между знаменитостями, понаблюдают за героями на импровизированной сцене, а также узнают об их дачной жизни и дружбе.

В поезде «Открой свой Тольятти»

«ЯРКИЕ ВЫХОДНЫЕ В ПРИВОЛЖЬЕ. ВСЕ ОТТЕНКИ ЖИГУЛЕВСКОГО МОРЯ»

Ижевск – Казань – Самара – Тольятти – Ижевск
Казань/Йошкар-Ола – Самара – Тольятти – Йошкар-Ола/Казань

■ В рамках тура за четыре дня путешественники смогут увидеть несколько крупных городов Поволжья.

Ижевск знаменит оружейным производством. Особую роль в становлении оружейной промышленности сыграл конструктор легендарного автомата М.Т. Калашников. Его личности, а также разным видам огнестрельного и холодного оружия посвящен музей в центре города. Также есть в городе памятник ижевским оружейникам.

Казань была основана больше тысячи лет назад (1005 г.) Это столица республики Татарстан, большой и развитый город. Он претендует на звание третьей столицы России и даже зарегистрировал одноименный бренд.

Казань – мультикультурный город. Разнообразие культур дает городу особую самобытность, в том числе в смешении всевозможных стилей в архитектуре.

Казанский кремль является визитной карточкой города, пережившей не одно волнительное событие многовековой истории. Сегодня он представляет из себя уникальный комплекс архитектурных, археологических и исторических памятников. На территории музея-заповедника, входящего в список Всемирного наследия ЮНЕСКО, находится Мечеть Кул-Шариф, Благовещенский собор, Президентский Дворец, падающая башня Сююмбике и др.

Выполненный из красного кирпича и восстановленный вновь после пожара железнодорожный вокзал Казани напоминает старинный замок. Особенно красив он в ночное время. Вокзал был построен в 1894 г., когда в Казань пришла железная дорога из Москвы. В те времена дорога из столицы занимала 53 часа, сейчас добраться можно всего за 13 часов.

Самара – крупный научный и промышленный город, центр ракетостроения и машиностроения.

Гости города могут прогуляться по самой длинной благоустроенной набережной в Европе (11 км).

Интересным местом для посещения является секретный бункер, построенный в 1942 г. для эвакуации московского правительства. Его глубина составляет 37 м. Это один из самых больших бункеров в мире. В нем находятся зал заседаний, кабинет вождя, а также экспозиция, рассказывающая о городе в военные годы.

Именно в Самаре расположен знаменитый Жигулевский пивоваренный завод, которому больше 140 лет.

Тольятти известен как столица советского автопрома. Город также примечателен живописной природой (например, Жигулевские горы), интересной архитектурой и арт-объектами. Примечательно, что Тольятти является самым крупным городом России, не являющимся столицей региона.

Туристический комплекс «Замок Гарибальди» расположен в селе Хрящевка недалеко от Тольятти. Это неоготический замок, построенный и оформленный в духе традиций архитектуры Средних веков, эпохи Возрождения и Викторианской эпохи.

«ОТКРОЙ СВОЙ ТОЛЬЯТТИ»

Тольятти – Москва

■ В составе фирменного двухэтажного поезда Тольятти – Москва курсирует специальный вагон СВ «Открой свой Тольятти». Пассажиры этого уникального вагона могут познакомиться с историей города на Волге.

На стенах каждого купе спального вагона – панно с историей города, интересными фактами о его спортивной и культурной жизни и основными достопримечательностями. Каждое изображение дополнено QR-кодом с дополнительной информацией. Вагон-ресторан оформлен красивыми пейзажами региона.

«ОТКРОЙ СВОЮ УЛЬЯНОВСКУЮ ОБЛАСТЬ»

Ульяновск – Москва

■ В составе двухэтажного фирменного поезда «Ульяновск» курсирует купейный вагон «Открой свою Ульяновскую область». Дверь каждого купе в нем оформлена информационными плакатами с изображениями основных достопримечательностей и знаковых мест волжской земли. По специальному QR-коду на плакатах пассажиры могут не только посмотреть карту достопримечательностей области, но и узнать много интересных фактов о музеях и уникальных природных памятниках.

Насладиться красивыми видами Ульяновской области можно также в вагоне-ресторане. Стены украшены живописными пейзажами и фотографиями известных культурных объектов, ставших визитной карточкой региона. На каждом столике лежат синие скатерти с изображениями волны, символизирующей Волгу, и двух мостов Ульяновска: Президентского и Императорского.

Главным достоинством Ульяновской области является ее природа. На территории региона находится национальный парк, заповедник и несколько природных памятников. Взглядам путешественников откроются широколиственные леса, сосновые боры и луговые степи.

Сенгилеевские горы – это уникальные нетронутые лесостепные зоны Приволжской возвышенности, где сохранилась первозданная гармоничная экосистема, редкие представители животного и растительного мира. Ландшафт холмов и долин настолько живописен, что местные жители даже называют это место «маленькой ульяновской Швейцарией». В 2017 г. территория получила высший государственный ранг Национального парка федерального значения.

Территория геопарка «Ундория» содержит геологическую информацию об истории Земли с середины мезозоя до наших дней. Здесь были найдены останки мамонтов и древних рептилий.

В Ульяновской области находится Долина диких пионов, производящая неизгладимое впечатление на туристов в период цветения. Существует легенда, что писатель С.Т. Аксаков был так восхищен красотой дикорастущего пиона, что решил описать его в своей сказке «Аленький цветочек».

«СКАЗЫ ПОВОЛЖЬЯ»

Москва – Йошкар-Ола – Свияжск – Москва

■ Этот круговой туристический поезд создан для того, чтобы за два дня туристы вдохновились природой Поволжья, попробовали блюда местной кухни и увидели различные уникальные культурные и исторические объекты.

Йошкар-Ола является столицей Республики Марий Эл. За почти 450-летнюю историю здесь накопилось довольно богатое наследие.

Дизайн вагона Константина Головкина

Царевококшайск (прежнее название города) изначально строился как православный город и задумывался как подобие Иерусалима на волжской земле. Мощный толчок развитию промышленности дала эвакуация в город нескольких крупных предприятий во время Великой Отечественной войны. Благодаря этому появилась инфраструктура, город стал расширяться. Новый этап, коренным образом изменивший лицо города, стартовал в 2003 г. Началось постепенное восстановление утраченных архитектурных памятников, реализация оригинальных проектов, полностью преобразивших Йошкар-Олу.

В городе построены самый молодой кремль в стране – Царевококшайский, набережные с «пряничными домиками» во фламандском стиле и др.

Большой интерес для туристов представляет музейный комплекс «Остров-град Свияжск» – единственный островной волжский город, омываемый сразу тремя реками: Волгой, Свиягой и Щукой. Здесь расположено много древних храмов и монастырей, в том числе единственная в Поволжье деревянная Троицкая церковь.

«ВКУСНО ЕДЕМ. #ВКУСНОЙОШКА!»

■ На Куйбышевской дороге запущен туристический поезд Самара – Йошкар-Ола – Самара, на котором пассажиры могут отправиться в этногастротур «Вкусно Едем. #ВкусноЙошка!».

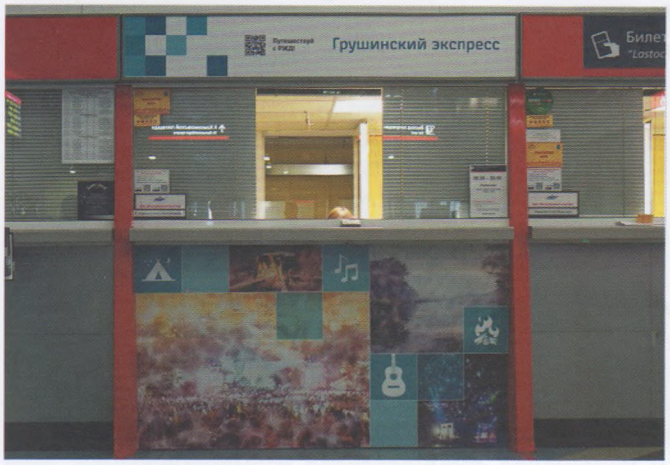
Расписание поезда разработано так, чтобы путешественники, отправившись в поездку в пятницу вечером, субботний день полностью посвятили знакомству с регионом, его культурными и гастрономическими особенностями, а в воскресенье вернулись домой. В состав поезда включены восемь купейных вагонов, два вагона СВ и штабной вагон.

«ВАГОН КОНСТАНТИНА ГОЛОВКИНА»

■ В 2021 г. в составе фирменного поезда «Жигули» (Самара – Москва) в первый рейс отправился пассажирский вагон имени Константина Головкина.

Этот вагон был подготовлен к 150-летию самарского мецената, художника, купца и основателя Самарского областного художественного музея К.П. Головкина.

Особенностью уникального вагона является специально разработанный интерьер каждого купе, который раскрывает одну из граней личности юбиляра. Пассажиры смогут совершить путешествие в купе «Купец», «Меценат», «Архитектор», «Яхтсмен», «Художник», «Автомобилист», «Фотограф» и «Путешественник».



Стилизованная касса на вокзале Самары

Также в поезде возможно приобрести билеты в художественный музей.

МУЗЕЙНЫЙ ВАГОН «АВАНГАРД»

Раньше этот вагон курсировал в составе поезда «Жигули», но по многочисленным просьбам пассажиров и для большего охвата аудитории было принято решение о включении его в другие популярные пассажирские поезда. Сейчас музейный вагон курсирует и в составе поезда №117/118 Самара – Адлер.

Каждое купе имеет свое неповторимое лицо и имя. Главные элементы оформления – репродукции шедевров русского авангарда из собрания Самарского областного художественного музея.

Интерьер представляет собой комбинацию основных цветовых элементов соответствующего живописного полотна того или иного художника. Аудиогид приятным голосом в увлекательной форме озвучивает для пассажиров вагона отдельные эпизоды из жизни выдающихся деятелей русской художественной жизни начала XX века.

«ОРЛАН В «ТАРХАНЫ»

Тематический тур «Орлан в «Тарханы» стартовал в Пензе. Путешественники на рельсовом автобусе «Орлан» могут доехать до станции Белинская и далее отправиться в Государственный Лермонтовский музей-заповедник «Тарханы». Это одно из наиболее известных лермонтовских мест России, усадьба бабушки поэта. Кроме того, это богатейшее хранилище оригинальных и редких предметов помещичьего усадебного быта 18–19 веков.

Сама Пенза – гостеприимный город, возникший в 1663 г., как форпост молодого русского государства. Но уже в конце 18 века Пензу гордо именовали «Театральной столицей Поволжья» за увлечение пензенскими дворянами театром и большое количество театральных трупп в их усадьбах.

В Пензе находится уникальный музей, посвященный одной вещи – Музей одной картины, а также единственный в России парк скульптур под открытым небом «Легенда» и многое другое.

«ГРУШИНСКИЙ ЭКСПРЕСС»

Самара – Платформа им. Валерия Грушина – Жигулевское море

В этом году к месту проведения Грушинского фестиваля исполнителей и гостей впервые доставил тематический пригородный поезд «Грушинский экспресс».

В двух вагонах пассажиров ожидало погружение во времена советских электричек с деревянными скамейками, в двух других вагонах были установлены стандартные мягкие кресла. На потолке появился нотный стан, а в простенках между окон – плакаты со знаковыми событиями фестиваля.

Во время проведения фестиваля на вокзале Самары открылась специальная касса, стилизованная под советские времена. В качестве бонуса в ней в дополнение к настоящим выдавали сувенирные ретробилеты.

В прошлом году фестиваль получил и собственную платформу – остановочный пункт 135-й км стал носить имя Валерия Грушина, а пассажирская инфраструктура была обновлена и стилизована.

До 30 сентября тематический электропоезд будет курсировать ежедневно со станции Самара до станции Курумоч. На платформе имени Грушина он будет останавливаться в выходные дни, что позволит каждому желающему окунуться в бардовскую атмосферу и после окончания фестиваля.

НАУМОВА Д.В.

Реклама

НОВОСТИ

МОНГОЛИЯ

■ Испанская компания Teltronic ввела в эксплуатацию сеть радиосвязи стандарта TETRA на углевозной линии Таван-Толгой – Гашуун Сухайт протяженностью 250 км, которая соединяет крупное монгольское месторождение коксующегося и энергетического угля в пустыне Гоби с Китаем.

Teltronic установила комплексное коммуникационное решение на основе цифровой технологии TETRA на своей инфраструктуре NEBULA, которое включает в себя два коммутационных узла (основной и резервный), базовые станции, рассчитанные на работу в экстремальных условиях, центр управления с двумя рабочими станциями диспетчеров, бортовые радиостанции на 16 тепловозах и путевых машинах, а также настольные терминалы для персонала, отвечающего за управление движением, безопасность и техническое обслуживание.

Кроме того, система дополняется решением Teltronic для диспетчеризации и управления вызовами CeCoCo с двумя операторскими станциями.

Источник: www.teltronic.es

КИТАЙ

■ Китайская компания CRRC выпустила установочную партию гибридных локомотивов HXN6. Партия из двух маневровых машин сошла с конвейера завода в Цзыяне.

В ближайшее время они будут отправлены китайскому грузовому перевозчику Guoneng Baoshen.

Разработка HXN6 началась в 2013 г., в 2015–2019 гг. пилотный образец проходил испытания, а в сентябре 2020 г. получил разрешение на эксплуатацию в Китае.

Тяговая система локомотивов состоит из дизельного двигателя и аккумуляторной батареи. Мощность силовой установки составляет 1250 кВт, максимальная сила тяги при трогании с места составляет более 560 кН, в длительном режиме – более 540 кН.

Гибридный привод позволит сократить расход топлива на 30–50 % (в годовом выражении этот показатель может составить 90–150 т), значительно снизить выбросы углекислого газа и уменьшить уровень шума двигателя до 80 %. Производитель заявляет, что локомотив сможет перевозить составы массой более 10 тыс. тонн.

Источник: www.railway.supply

ИНДИЯ

■ В Индии вводят в эксплуатацию новое поколение туристических вагонов Vistadome второго поколения с панорамным остеклением. Они войдут в состав скоростных пассажирских поездов Shatabdi Express.

Подвижной состав серийно выпускается с 2021 г. заводом Integral Coach Factory в Ченнаи (Индия). Проведенные испытания показали возможность эксплуатации вагонов на скорости 180 км/ч.

В ближайшее время на сети будет курсировать около 150 поездов с вагонами Vistadome второго поколения для удовлетворения растущего спроса на проезд в данном типе вагонов.

Пассажирский вагон Vistadome обладает рядом особенностей. Он оснащен панорамными окнами, которые расположены по обеим сторонам вагона и на крыше. В окнах установлены многослойные стеклопакеты, которые практически невозможно разбить. Кроме того, в стеклах на крыше с помощью электропривода можно в ручном режиме регулировать степень опалесценции (степень преломления света).

В вагоне предусмотрены 44 места для сидения. Все кресла могут поворачиваться на 180°, чтобы пассажиры могли ехать лицом по направлению поезда. Вагон также оснащен автоматическими раздвижными дверями при входе в купе с обеих сторон, более широкими входными проемами и пневматической подвеской для более плавного хода.

Источник: www.rollingstockworld.ru

РУМЫНИЯ

■ Румынская компания «Astra» начала поставку нового поколения трамваев Imperio Metropolitan в Бухарест. Это первый четырехсекционный низкопольный трамвай, выпущенный на заводе в Араде.

Трамвай длиной 36 м обладает максимальной пассажировместимостью 322 человека, включая 56 мест для сидения. Его ходовая часть содержит две моторные поворотные тележки и четыре тяговых электродвигателя мощностью по 120 кВт каждый, за счет которых трамвай может развивать максимальную скорость 70 км/ч, что является самым высоким показателем скорости в сравнении с другими трамваями, эксплуатирующимися в городе.

Тяговое оборудование частично поставлено Siemens Mobility, частично местной компанией ICPE-SAERP. В трамвае установлены пять двухстворчатых дверей, которые расположены с одной стороны вагона и оборудованы системой предотвращения падения пассажиров. Также трамвай оснащен системой подсчета пассажиров, информационными дисплеями и видеонаблюдением.

Источник: www.rollingstockworld.ru

ВЕЛИКОБРИТАНИЯ

■ Компания HS2 показала первые проектные изображения депо Washwood Heath для технического обслуживания линии HS2 и Главного центра управления всей сетью HS2, что создаст более 550 рабочих мест в регионе.

Территория депо будет содержать центр управления движением поездов, цеха для технического обслуживания подвижного состава, а также здание с

зонами отдыха для сотрудников клининговой службы и машинистов поездов.

Конструкция зданий обеспечивает высокий уровень контролируемого естественного освещения и снижает потребность в искусственном освещении в дневное время. Во время строительства и эксплуатации объектов планируется использовать возобновляемые источники энергии, в том числе солнечной, материалы с низким углеродным следом, внедрить эффективную дренажную систему и сбор дождевой воды для повторного применения.

Для пешеходов и велосипедистов в проекте учтены выделенные пешеходные и велосипедные маршруты, соединяющиеся с будущей транспортной сетью Бирмингема. В дополнение к автостоянкам предусмотрены пункты зарядки электромобилей, стоянки для велосипедов и мотоциклов для персонала и посетителей, парковки для людей с ограниченными возможностями на всех объектах депо, а также зоны высадки такси и транспортных средств доставки.

Источник: www.hs2.org.uk

ФРАНЦИЯ

■ Компания SYTRAL Mobilités ввела в постоянную эксплуатацию беспилотные поезда на линии B метрополитена Лиона.

В настоящее время на линии протяженностью 7,7 км расположено десять станций, пассажиропоток составляет 180 тыс. человек ежедневно.

В рамках проекта автоматизации линия была оборудована системой управления движением поездов по радиоканалу Urbalis 400 CBTC. На станциях края платформ контролируются при помощи оптических барьеров, сформированных инфракрасными датчиками. Подобные барьеры успешно работают на линии D метрополитена Лиона, где уровень автоматизации GoA4 реализован в 1991 г.

Проект включал в себя полное обновление парка подвижного состава на линии, включающего 36 современных двухвагонных метропоездов MPL16. В часы пик на линии обращаются сдвоенные составы.

Автоматический режим движения поездов позволил сократить интервал их попутного следования в часы пик до двух минут. Провозная способность линии B в целом увеличилась на 30 %.

Источник: www.sytral.fr

ABSTRACTS

Integrated approach to increase railway capacity

ROZENBERG EFIM, Joint-stock Company «Research and Design institute for Information Technology, Signaling and Telecommunications in railway transportation», First Deputy Director General, Professor, Doctor of Sciences, Moscow, Russia, info@vniias.ru

OZEROV ALEXEY, Joint-stock Company «Research and Design institute for Information Technology, Signaling and Telecommunications in railway transportation», Head of International Department, Moscow, Russia, A.Ozerov@vniias.ru

PANFEROV IGOR, Joint-stock Company «Research and Design institute for Information Technology, Signaling and Telecommunications in railway transportation», Head of Design of Radio-based train separation systems, Moscow, Russia, I.Panferov@vniias.ru

Keywords: capacity, train separation, simulation, moving block, automatic blocking, virtual coupling, automatic train operation, radio channel, hybrid train control system

Abstract. The paper considers general approaches to the integrated solution of the capacity problem through the development of train separation systems. The authors analyze the existing technical limitations of railway infrastructure and give recommendations for the implementation of train separation systems on extended railway areas taking into account the existing limiting factors, the accompanying automation tasks, the necessary changes in the regulatory framework, and the changes in the management model.

Innovative machine vision algorithms for diagnosing the longitudinal profile of sorting tracks

DOLGIY ALEXANDER, General director, JSC NIIAS, Moscow, Russia, Candidate of Engineering Sciences, associated professor, adolgy@list.ru.

KHATLAMADZHIYAN AGOP, Head of OKB, JSC NIIAS, Moscow, Russia, Candidate of Engineering Sciences, associated professor, a.hatlamadzhiyan@vniias.ru, SPIN: 8771-2450

OLGEYZER IVAN, Head of Department, JSC NIIAS Rostov branch, Rostov-on-Don, Russia, Associate Professor of the Department of Computer Technology and Automated Control Systems, Rostov State Transport University, Rostov-on-Don, Russia, Candidate of Engineering Sciences, olgeyzer@rfniias.ru, SPIN: 2528-9769

SUKHANOV ANDREY, Deputy Head of Department, JSC NIIAS Rostov branch, Rostov-on-Don, Russia, Associate Professor of the Department of Computer Technology and Automated Control Systems, Rostov State Transport University, Rostov-on-Don, Russia, Candidate of Engineering Sciences, a.suhanov@rfniias.ru, SPIN: 4555-3714

KORNIENKO KONSTANTIN, Senior researcher of Department, JSC NIIAS Rostov branch, Rostov-on-Don, Russia, Associate Professor of the Department of Operations management, Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University, Saint Petersburg, Russia, Candidate of Engineering Sciences, k.kornienko@vniias.ru, SPIN: 4783-3250

Keywords: hump yards, longitudinal profile, measuring instrument, Integrated System for Automated Control of Shunting Operations (KSAU SP), computer vision tools for monitoring railway sorting processes

Abstract. Marshaling stations are one of the most important elements of the transport infrastructure. Hump yard automatization is one of the steps to improve traffic safety and estimated capacity. In automation, it is necessary to provide self-diagnostic systems that will reduce the level of failures. The article discusses the method developed by the authors for the automatic assessment of the deviation of the longitudinal profile of the hump yard tracks. The method allows real-time monitoring of changes in the longitudinal profile and making decisions about the need for track surfacing. The results of the work were implemented at the Inskaya station, where they confirmed their performance.

Measurements of rail line parameters in problems of electromagnetic compatibility

SHAMANOV VIKTOR, Professor, Ph.D., Russian University of Transport (MIIT), Moscow, shamanov_vi@mail.ru, SPIN-code 9403-2135.

DENEZHKIN DMITRY, Postgraduate student, Russian University of Transport (MIIT), Moscow, dvd96.dom@gmail.com, SPIN-code 3214-3644.

Keywords: interference, rail lines, line elements, traction currents, electrical resistances, measurements

Abstract. The intensity of interference in the operation of automatic locomotive signaling equipment and rail circuits in areas with alternating current electric traction is mainly determined by the magnitude of the asymmetry of the traction current in the rail threads. This asymmetry

depends on the quantitative value of the difference in traction currents in the rail threads, which occurs primarily when the state of the conductive and insulating elements of the rail lines deteriorates. Analytical formulas are given that make it possible to calculate the longitudinal resistances of rail threads in a rail line. The results of the study of the influence of the temperature of the rails and the magnitude of the alternating traction current on the longitudinal resistance of the rail threads and on the asymmetry of the traction current depending on it are presented. The process of occurrence of asymmetry, its changes along the length of the rail line and over time is multi-factorial, and the complexity of measuring the parameters of rail lines under operating conditions to find out the reasons for the increase in the intensity of failures in the operation of the equipment in question is, first of all, the impossibility of isolating numerous elements from the lines to measure their electrical resistance. Therefore, it is proposed to widely use methods of indirect measurements and methods of non-destructive testing with the predominant use of the method of two voltmeters. The patented methods of measuring and/or monitoring the absolute and relative values of the asymmetry of the traction current at any point of the rail lines, the resistances of conductive and insulating joints, the resistances of insulating elements of reinforced concrete sleepers, the resistances of throttle jumpers and grounding circuits of the contact network supports connected to the rails are considered.

A unified time system for the needs of high-speed railways lines on the basis of a coherent unified time system with connection to standards of the state service for time and frequency via fiber optic communication lines

SCHWARTZ MIKHAIL, Moscow technical university of communications and informatics, head of department, FSUE «VNIIFTRI», laboratory engineer, Ph.D (Tech.), Moscow, Russia, e-mail: mschwartz@smsync.ru

BALAEV ROMAN, FSUE «VNIIFTRI», research associate of the laboratory, Mendeleevo, Moscow Region, Russia, e-mail: balaev@vniiftri.ru

Keywords: reference time and frequency signals, time scale, synchronization, fiber optic communication lines, high-speed railways lines

Abstract. The report describes the relevance of the single exact time system for high-speed railways, presents a promising coherent synchronization system, briefly outlines the possibility of connecting the upper level of the coherent network to the standards of the State Service for Time and Frequency of the Russian Federation.

Function parameters of telecommunication servers in the Integrated digital technological communication network

LEBEDINSKII ARKADII, associate professor, candidate of engineering science, Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University, assistant professor of the department «Telecommunications», St. Petersburg, Russia, akleb2008@yandex.ru, SPIN-code: 8929-173

Keywords: *i*ntegrated digital technological communication, call waiting time, duration of the process of connecting subscribers, server performance

Abstract. The article analyzes the parameters of call service by a telecommunications server in an Integrated Digital Technological communication network. The dependencies of the waiting time for call service on the intensity of the call flow and on the performance of the telecommunications server are shown. The duration of the process of connecting subscribers is calculated taking into account the priority for subscribers of the operational communication network. The mechanism of telecommunications server overloads is considered. Recommendations on the performance of a telecommunications server for a network of different capacities are given.

Virtual Reality Training

BOCHKAREV SERGEY, LLC "Sintez-AT", technical director, Ph.D (Tech.), St. Petersburg, Russia, bochkareffsv@yandex.ru

FEDOROV ALEXEY, LLC "Sintez-AT", technologist, St. Petersburg, Russia, aleksfdrv11@yandex.ru

BOCHKAREVA ANASTASIA, LLC «Design Systems», engineer, St. Petersburg, Russia, fedorova1231@yandex.com

Keywords: virtual reality, digital double, technical studies

Abstract. The application of virtual reality technology in the training of operational personnel in JSC «Russian Railways» is considered. These technologies make it easier and simpler for people to work together regardless of location. The article describes a VR-simulator developed for «Transenergo», a branch of Russian Railways. The simulator provides the user with immersion in virtual reality, where a moving image forms sensations similar to those that they receive during real movement.

Visualisation of process maps

MAZILKIN VLADIMIR, Russian Railways, Kuibyshev Railways, Deputy Chief Engineer, Samara, Russia, SH-MazilkinVS@kbsh.rzd.ru

ISAICHEVA ALEVTINA, Samara State Transport University (SSTU), PhD in Engineering, Associate professor of the department «Automation, telemechanics and communication on railway transport», Samara, Russia, isaycheva@samgups.ru

SUTORMA ALEKSANDR, Russian Railways, Kuibyshev Infrastructure Directorate, Category 1 engineer for technical facilities operation, Samara, Russia, Sutorma.sanya@yandex.ru

BASHARKIN MAKSIM, Samara State Transport University (SSTU), PhD student of the department «Automation, telemechanics and communication on railway transport», Samara, Russia, m.basharkin@samgups.ru

Keywords: visualisation, 3D modelling, process maps, signalling technology

Abstract. The paper presents an approach to presenting the information contained in technological process maps (TPM) on maintenance of signalling devices in a visual format. The method of converting TPM into a single sheet format is considered, and its main drawbacks are identified. The authors suggest using visualized process maps, a prototype of one of them was developed at the Department of Automatics, Telemechanics and Communication on Railway Transport, SamGUPS.

АВТОМАТИКА СВЯЗЬ ИНФОРМАТИКА

АСИ

Главный редактор:
Т.А. Филюшкина

Редакционная коллегия:
Аношкин В.В., Балуев Н.Н., Безродный Б.Ф., д-р техн. наук, Воронин В.А., Вохмянин В.Э., Долгий А.И., канд. техн. наук, Кайнов В.М., канд. техн. наук, Канаев А.К., д-р техн. наук, Кобзев С.А., Клюзко В.А., канд. техн. наук, Назимова С.А., Насонов Г.Ф., Никитин А.Б., д-р техн. наук, Орехов Э.Г., Перотина Г.А., Розенберг Е.Н., д-р техн. наук, Розенберг И.Н., д-р техн. наук, Семион К.В., Слюняев А.Н., Трясов М.С., канд. техн. наук, Чаркин Е.И.

Редакционный совет:
Балакирев В.В., Бубнов В.Ю., Гершвальд А.С., д-р техн. наук, Гоман Е.А., Горбунов А.Е., канд. техн. наук, Горелик А.В., д-р техн. наук, Ефанов Д.В., д-р техн. наук, Журавлёва Л.М., д-р техн. наук, Кнышев И.П., д-р техн. наук, Лисин С.Ю., Петренко Ф.В., Петров А.И., Поменков Д.М., Солдатенков Е.Г., Сансызбаев М.А., Сиделев П.С., Талалаев В.И., канд. техн. наук, Ушакова А.С., Черномазов А.В., Шабельников А.Н., д-р техн. наук, Шаманов В.И., д-р техн. наук, Шубинский И.Б., д-р техн. наук

Адрес редакции:
129272, Москва,
Рижская пл., д. 3

E-mail: asi-rzd@mail.ru
www.asi-journal-rzd.ru

Телефоны: +7 (499) 262-77-50;
+7 (499) 262-77-58;
+7 (499) 262-16-44;
+7 (985) 774-07-31.

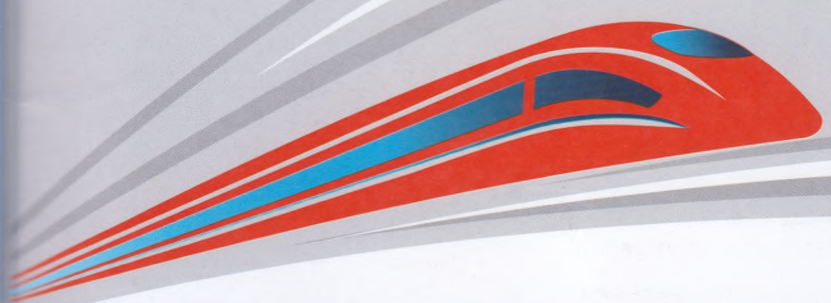
Компьютерная верстка Е.И. Блиндер

Подписано в печать 29.07.2022
Формат 60x88 1/8.
Усл. печ. л. 6,84. Усл. кр.-отт. 8,00
Уч.-изд. л. 10,1

Зак. 22065
Тираж 770 экз.

Отпечатано в типографии ЗАО «Алгоритм+»
420044, г. Казань, пр. Ямашева, д. 36

Рекламно-информационное сотрудничество — эффективная поддержка в продвижении вашего бизнеса



Наши отраслевые журналы ориентированы на широкий круг читателей – от руководителей и специалистов до студентов и учащихся железнодорожных учебных заведений.

- Журнал **«Железнодорожный транспорт»** издается с 1826 г.
- Журнал **«Путь и путевое хозяйство»** издается с января 1957 г.
- Журнал **«Локомотив»** издается с 1957 г.
- Журнал **«Вагоны и вагонное хозяйство»** издается с 2005 г.
- Журнал **«Железные дороги мира»** издается с 1961 г.
- Журнал **«Автоматика, связь, информатика»** издается с 1923 г.

Нас читают во всех регионах России, в десятках стран ближнего и дальнего зарубежья, на предприятиях магистрального и промышленного железнодорожного транспорта.
Наше сотрудничество будет полезным для налаживания взаимовыгодных контактов, деловых партнерских отношений.

По вопросам размещения рекламы обращаться в ЦНТИБ ОАО «РЖД»

Телефон: (499) 262-54-29

Факс: (499) 262-69-11

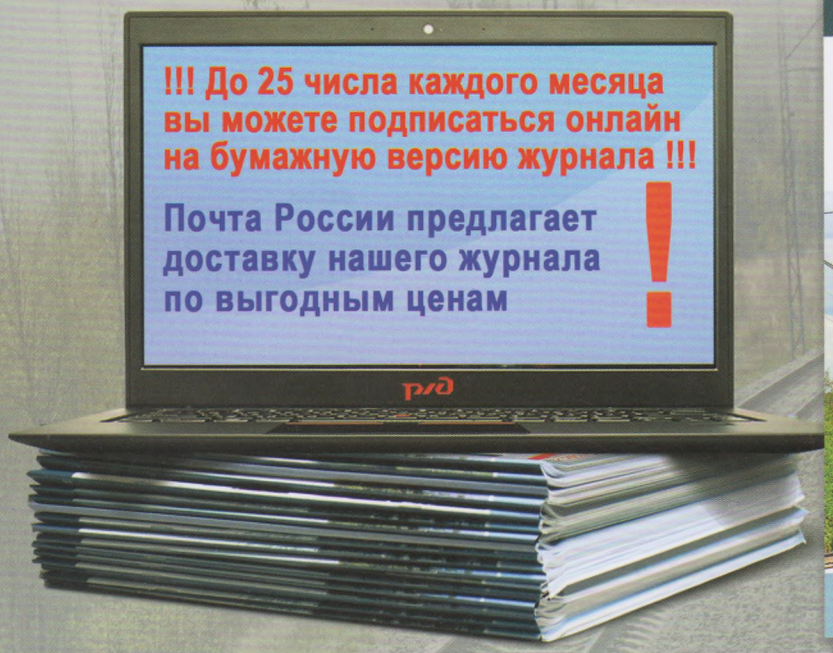
E-mail: cntib@css-rzd.ru

Почтовый адрес: 107996, г. Москва, Рижская площадь, д. 3

ЖУРНАЛ «АСИ»
приглашает к сотрудничеству!

УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ!

Журнал «Автоматика, связь, информатика» более 95 лет является единственным источником полезной информации в области железнодорожной автоматики, телемеханики, связи, вычислительной техники, информатизации транспорта.



Свидетельством его высокого научно-технического уровня является то, что он входит в перечень ведущих периодических изданий, публикация в которых учитывается при защите докторской и кандидатской диссертаций Высшей аттестационной комиссией (ВАК) Министерства образования и науки РФ, а также в базу данных «Russian Science Citation Index» (RSCI), доступ к которой осуществляется через платформу Web of Science.

Адрес редакции:
129272, Москва, Рижская пл., д. 3

Телефоны:
+7 (499) 262-77-50
+7 (499) 262-77-58
+7 (495) 262-16-44

Для оформления онлайн-подписки достаточно перейти по ссылке https://podpiska.pochta.ru/press/П5063, заполнить заявку на получение журнала на домашний адрес, до востребования или через почтовый ящик и оплатить ее

Оформить онлайн-подписку также можно через наш сайт www.asi-journal-rzd.ru в разделе «Подписка»

Электронную версию отдельных статей журнала можно приобрести на сайте Научной электронной библиотеки http://elibrary.ru/title_about.asp?id=7655

Оформить подписку на электронную версию журнала можно на сайте ООО «Агентство «Книга-Сервис» http://akc.ru/itm/avtomatika-svy_az-informatika/